

Deckblatt



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Blatt: 1
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Titel der Unterlage:
VARIANTENVERGLEICH UND KONZEPTPLANUNG ZUR ERTÜCHTIGUNG DES SCHACHTES ASSE 2

Ersteller/Unterschrift:
THYSSEN SCHACHTBAU GMBH

Prüfer/Unterschrift:

Stempelfeld:

UVST: 08. April 2021 Datum und Unterschrift	bergrechtlich verantwortliche Person: 25. APR. 2021 Datum und Unterschrift	atomrechtlich verantwortliche Person: 25. APR. 2021 Datum und Unterschrift	Bereichsleitung: Datum und Unterschrift	Freigabe zur Anwendung: 25. APR. 2021 Datum und Unterschrift
---	---	---	--	--

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.



PT038578

BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Stand: 12.05.2020

Blatt: 1

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	23410000				JD	BW	0001	00

Kurztitel der Unterlage:

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Ersteller / Unterschrift:

THYSSEN SCHACHTBAU GMBH

Prüfer / Unterschrift:

Titel der Unterlage:

Variantenvergleich und Konzeptplanung

zur

Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Freigabevermerk:

Freigabedurchlauf

Fachbereich: ASE-RH	Stabsstelle Qualitätssicherung:	Endfreigabe:
Datum: 15. Feb. 2021	Datum: 25. MRZ. 2021	Datum: 25. APR. 2021
Name:	Name:	Name:
Unterschrift	Unterschrift	Unterschrift

REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN
9A	23410000				JD	BW	0001	00

Kurztitel der Unterlage:

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Rev	Revisionsstand Datum	Verantwortl. Stelle	revidierte Blätter	Kat. *)	Erläuterung der Revision
00	12.05.2020	ASE-RH.2		-	Ersterstellung

 *) Kategorie R = redaktionelle Korrektur, Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung, Kategorie S = substantielle Änderung.
Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	BW	0001	00	
Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2									Blatt: 3



Inhaltsverzeichnis


Blatt

Deckblatt..... 1
 Revisionsblatt 2a
 Inhaltsverzeichnis 3

Fremddokumentation

THYSSEN SCHACHTBAU GmbH
 Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2 94
 BGE-SZ-KZL: 9A/23410000/-/-/JD/RB/0002/00, Stand: 12.05.2020

Anzahl der Blätter dieses Dokumentes 97

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 1 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Auftragnehmer
Thyssen Schachtbau GmbH

Mülheim an der Ruhr, 18.11.2020

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 2 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Impressum:

Auftraggeber: Bundes-Gesellschaft für Endlagerung
Eschenstraße 55
31224 Peine

Telefon: 05171 43-0
Fax: 05171 43-1218
E-Mail: poststelle@bge.de
Internet: www.bge.de

Ersteller:

Abbildungen: Urheberrechtshinweise,
Hinweise auf Rechte Dritter

Der Bericht wurde im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) erstellt. Die BGE behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung der BGE zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

**Variantenvergleich und Konzeptplanung zur
Ertüchtigung des Schachtes Asse 2**




**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 3 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Revisionsblatt:

Rev.	Rev.- Stand (Datum)	revidierte Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Revision
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden

Variantevergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 4 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Kurzfassung

Verfasser:

Titel: Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Stand: 12.05.2020

Am 29.07.2010 wurde die Thyssen Schachtbau GmbH vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) im Zusammenhang mit der Rückholung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Schacht Asse 2 mit der konzept- und Genehmigungsplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2 beauftragt. Eine Aufnahme des IST-Zustandes des Schachtes erfolgte dann durch die Thyssen Schachtbau GmbH im September 2010. Diese Grundlagenermittlung wird in der „Konzept- und Genehmigungsplanung zur Ertüchtigung der Schachtförderanlage Schacht Asse 2 – Grundlagenermittlung – vom 11.02.2011, BfS-KZL 9A/2341/JD/RA/0001“ /1/ vorgestellt.

Das Ergebnis eines im Januar 2012 durchgeführten Expertenworkshops ergab, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse 2 nur mittels eines neuen Schachtes (Asse 5) durchgeführt werden kann. Damit entfiel eine wesentliche Planungsrandbedingung der langfristigen Ertüchtigung des Schachtes Asse 2. In der Folge bat das damalige BfS die Thyssen Schachtbau GmbH, die Konzeptplanung zum Schacht Asse 2 vorerst einzustellen.

Die Planungsarbeiten im Rahmen der Konzeptplanung zur Ertüchtigung der Schachtförderanlage (SFA) Schacht Asse 2 wurden 2017 auf Grundlage angepasster Randbedingungen wieder aufgenommen. Unter anderem soll die SFA Asse 2 für einen rein konventionellen Personen- und Materialtransport (kein Transport rückgeholter radioaktiver Abfälle) ertüchtigt werden. Des Weiteren wird ein betriebsbereiter Schacht Asse 5 vorausgesetzt, sodass für Schacht Asse 2 eine rein einziehende Wetterführung vorgesehen und somit der derzeit installierte Wetterscheider entfallen kann.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 5 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Anhangsverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Aufgabenstellung und Randbedingungen	10
2 Fördertechnische Untersuchungen	13
2.1 Allgemeine Betrachtungen	13
2.2 Schachtscheiben	19
2.3 Fördermaschinen	23
2.3.1 Gegenüberstellung Fördermaschinenarten	23
2.3.2 Variantenvergleich: Aufstellungsort der Fördermaschine der Hauptförderung	29
2.4 Fördermittel	36
2.5 Höhenschema	42
2.6 Förderturm / Turmgerüst / Fördergerüst	44
3 Wettertechnische Untersuchungen	46
3.1 Untersuchungen zur Umsetzung einer maximal möglichen Frischwetterzu- und abfuhr über die Schächte Asse 2, 4 und 5	46
3.2 Zusammenstellung der Wettermengen	57
4 Ausbautechnische Untersuchungen	58
4.1 Allgemeines	58
4.2 Ist-Zustand und Datenlage zur Schachtauskleidung	58
4.3 Erforderliche Randbedingungen und Parameter für einen konkreten Standsicherheitsnachweis	60
4.4 Empfehlungen zu Untersuchungen für den rechnerischen Nachweis hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit der Schachtauskleidung	60
4.5 Stabilität des Schachtausbaus generell (Alterungsbeständigkeit) sowie unter veränderten wettertechnischen Bedingungen (vgl. zu 2)	61
4.6 Schachtausbau entsprechend den für die Betriebsphase Rückholung zu erwartenden Brandschutzanforderungen ertüchtigen	61
5 Zusammenfassung der Ergebnisse	62
6 Darstellung der Vorzugsvariante	64
7 Konzeptplanung der Vorzugsvariante	65
8 Bauzeitenplan	85

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 6 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

9	Kostenschätzung.....	87
	Literaturverzeichnis	88
	Glossar.....	89
	Anhang.....	90

Gesamtseitenzahl: 94

Stichworte: Schachtscheibe, Variantenvergleich, Konzeptplanung, Schachtausbau, Fördertechnik, Bewetterung

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 7 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Schachtscheibe Schacht Asse 2 zwischen 4 m – 320 m (IST-Zustand) /8/	19
Abb. 2:	Schachtscheibenvariante A.....	20
Abb. 3:	Schachtscheibenvariante B.....	21
Abb. 4:	Schachtscheibenvariante C	22
Abb. 5:	Beispiel eines Eintrommel-Förderhaspels (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH).....	28
Abb. 6:	Variante A: Fördermaschine in einer extra Fördermaschinenhalle	29
Abb. 7:	Variante B: Fördermaschine im Förderturm	31
Abb. 8:	Variante C: Fördermaschine im Turmgerüst auf Rasenhängebank	33
Abb. 9:	Beispiel eines Eintrommel-Förderhaspel als Hilfsfahranlage (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH).....	35
Abb. 10:	Beispiel Förderkorb (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)	37
Abb. 11:	Beispiel Förderkorb Hilfsfahranlage (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH).....	39
Abb. 12:	Berechnung Evakuierung vom Förderkorb mittels Hilfsfahrt.....	40
Abb. 13:	Berechnung Evakuierung aus dem Bergwerk mittels Förderkorb (MSFA).....	41
Abb. 14:	Berechnung Evakuierung aus dem Bergwerk mittels Förderkorb (HSFA)	41
Abb. 15:	Funktionsprinzip einer Übertreibsicherung in Form von SELDA-Bremsanlagen (Quelle: Siemag Tecberg GmbH).....	43
Abb. 16:	Beispiel Turmgerüst Schacht Asse 2 (Seitenansicht)	44
Abb. 17:	Beispiel Turmgerüst Schacht Asse 2 (Draufsicht)	45
Abb. 18:	Schacht Asse 2 Schachtscheibe Ist-Zustand /8/	48
Abb. 19:	Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante A	49
Abb. 20:	Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante B	50
Abb. 21:	Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante C	51
Abb. 22:	Schachtscheibe Schacht Asse 5 /2/	55
Abb. 23:	Höhenschema MFSA Schacht Asse 2.....	66
Abb. 24:	Eintrommel-Förderhaspel MSFA (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH).....	67
Abb. 25:	Förderkorb MSFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH).....	69
Abb. 26:	Seilgeschirr MSFA (Quelle: Siemag Tecberg GmbH).....	71
Abb. 27:	Förderhaspel HIFA (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH).....	72
Abb. 28:	Förderkorb HIFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)	74
Abb. 29:	Seilscheibe MSFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)	76
Abb. 30:	Seilscheibe HIFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH).....	78

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 8 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Abb. 31: Seitenansicht Turmgerüst	81
Abb. 32: Draufsicht: Seilscheibenbühne.....	82
Abb. 33: Draufsicht: Schachthalle	83

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Technische Daten Schacht Asse 2	12
Tab. 2: Vergleich Seilführung und Spurlattenführung nach /7/	16
Tab. 3: Gegenüberstellung Treibscheibenfördermaschine - Trommelfördermaschine nach /3/	23
Tab. 4: Übersicht der Wettermengen zu den untersuchten Bewetterungsvarianten	57
Tab. 5: Bauabschnitte zur Ertüchtigung von Schacht Asse 2	85

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Bauzeitenplan Schacht Asse 2.....	91
Anhang 2: Kostenschätzung Schacht Asse 2	92

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 9 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz - Salzgitter
BVOS	Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen
DIN	Deutsches Institut für Normung
EHB	Einschienehängbahn
EW-Bau	Entwurfsunterlagen-Bau
HIFA	Hilfsfahranlage
HSFA	Hauptseilfahranlage
MSFA	Mittlere Seilfahranlage
SFA	Schachtförderanlage
TAS	Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen
Tab.	Tabelle
Treibscheiben-FM	Treibscheibenfördermaschine
Trommel-FM	Trommelfördermaschine

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 10 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

1 Aufgabenstellung und Randbedingungen

Die Aufgabenstellung umfasst einen wettertechnischen, schachtausbautechnischen und fördertechnischen Teil. Im nachfolgenden Kapitel dieses Berichtes wird jedes Themengebiet mit den jeweiligen Untersuchungsschwerpunkten stichpunktartig aufgelistet. Anschließend dazu folgt eine Auflistung relevanter technischer Daten zur Schachanlage Asse 2 und eine Zusammenfassung von Randbedingungen, welche der vorliegenden Planung zugrunde liegen sollen.

Gemäß Leistungsbeschreibung des Auftrages handelt es sich bei dem vorliegenden Bericht um eine Unterlage die nicht über den Tiefgang einer Konzeptplanung hinausgeht. Darüberhinausgehende festgelegte und zu planende betriebliche Randbedingungen und Anforderungen sind in den weiteren Planungsphasen inhaltlich darzustellen.

Randbedingungen:

- + Wettertechnische Optimierung der Schachtscheibe Schacht Asse 2
- + Basierend auf den Planungen zum Schacht Asse 5 wird für Schacht Asse 2 als einziehender Wetterschacht mit einer maximalen Wettergeschwindigkeit von 12 m/s gerechnet.
- + Spurlattenführung versus Seilführungen (Untersuchung: welche wettertechnischen Vorteile ergeben sich bei Seilführung?)
- + Untersuchung ob Schacht Asse 4 in die Frischwetterzufuhr mit eingebunden werden kann.
- + Nach Anschluss von Schacht Asse 5 an das Grubengebäude wird der Wetterscheider aus Schacht Asse 2 entfernt → Schacht Asse 2 = einziehend, Schacht Asse 5 = ausziehend
- + Betriebsdauer: $t > 40$ Jahre
- + Überprüfung ob der Schacht Asse 2 den vorgeschriebenen Brandschutzanforderungen für die Rückholphase entspricht. Anmerkung: Diese werden nicht im Zuge dieser Konzeptstudie, sondern in der weiterführenden Planung betrachtet.
- + Kein Transport von radioaktiven Abfällen
- + Schwerlasttransporte bis $m = 10$ t ("kleinere" Abmaße)
- + Materialtransport, Langteiltransport im Bedarfsfall
- + Keine Haufwerksförderung

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 11 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

- + Personenseilfahrt soll vorrangig über Schacht 2 erfolgen.
- + Betrachtung zur Verringerung der mechanischen Belastung von Einbauten und Förderkomponenten im Schacht um eine höhere Gebrauchsdauer erzielen zu können.
- + Im Notfall: Rettung von max. 200 Personen/Schicht
- + Alle Punkte im Schacht sollen von den Fördermitteln aus erreichbar sein (ggf. durch anbaubare Arbeitsbühnen)
- + Untersuchung Fördermaschinenantrieb in Turmaufstellung
- + Beim Fördermaschinenkonzept sollte berücksichtigt werden, dass geplante Baumaßnahmen mit den gewählten Fördermaschinen realisierbar sind (z.B.: Einkürzung der Schachtförderung auf t = 490 m, Einbau v. Strömungsbarrieren unterhalb der 490 m Sohle etc.)
- + Vor Beginn der Ertüchtigungsarbeiten an Schacht Asse 2 ist Schacht Asse 5 bereits abgeteuft und an das Grubengebäude angeschlossen
- + Über Schacht Asse 5 können dann Material- und Seilfahrten durchgeführt werden
- + Schacht Asse 2 dient nicht dem Transport von radioaktiven Abfällen
- + Schacht Asse 2 dient als einziehender Wetterschacht, (Wetterscheider wird deinstalliert)
- + Schacht Asse 5 dient als ausziehender Wetterschacht für radiologisch kontaminierte und nicht kontaminierte Wetter
- + Schacht Asse 2 soll bis unterhalb der 700 m Sohle verfüllt werden (derzeitige Planung)
→ Verfüllung auch bis 490 m Sohle möglich
- + Bei den Planungen soll von einem leeren Schacht ohne Schachteinbauten und ohne übertägige Einrichtungen ausgegangen werden (Ein Abgleich mit den Planungen der für den Offenhaltungsbetrieb der Schachanlage notwendigen Ertüchtigung des Schachts Asse 2 erfolgt in einem späteren Planungsschritt.)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2




**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 12 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Technische Daten Schacht Asse 2

Tab. 1: Technische Daten Schacht Asse 2

Technische Daten Schacht Asse 2	Eigenschaften
Schachtdurchmesser (licht)	<p>Ø1= 4,25 m (4 m - 320m) = Tübbingausbau mit Vorbausäule</p> <p>Ø2= 5,5 m (320 m - 415 m) = Tübbingausbau</p> <p>Ø3= 5,5 m (415 m - 495 m) = Mauerwerk (ca. 78 cm dick)</p> <p>Ø4= 6,5 m (495 m – 750 m) = Anker-Maschendraht-Verzug (Salz)</p> <p>Ø5= 5,5 m (750 m – 764 m) = Anker-Maschendraht-Verzug (Salz)</p>
Förderseil	Ø = 48 mm
Unterseil (Flachseil)	115 x 26 mm
Führungsart	Spurlattenführung ST 37; 150 mm x 167 mm
Einstriche/ - Konsolen	2 x L – 150 mm x 100 mm x 14 mm; IPB 160 + BL.20 (Stahl)
Einstrichabstand	3m (i.d.R.)
Übertreibschutz	Verdickte Stahlspurlatten freie Teufe & freie Höhe (150/280 x 165 mm) _{Gesamt} = 8050 mm; _{Verdickung} = 3450 mm
Fördermaschine 1	Koepe FM in Fluraufstellung
Fördermittel FM 1	Fördergestell & Gegengewicht
Fördermaschine 2	Hilfsfahrt

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 13 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2 Fördertechnische Untersuchungen

Im nachfolgenden Kapitel erfolgen Betrachtungen zur im Schacht Asse 2 einsetzbaren Fördertechnik. Die Auswahl der einzelnen fördertechnischen Elemente erfolgte aufgrund der besten Anwendbarkeit.

2.1 Allgemeine Betrachtungen

Transportvorgänge an den Schächten Asse 2 & 5

Da im Rahmen dieser Konzeptplanung der Schacht Asse 2 als einziehender Wetterschacht fungieren und dazu beitragen soll, eine möglichst hohe Wettermenge umzusetzen, wird empfohlen nur die notwendigsten Transporte über Schacht Asse 2 zu realisieren. Darunter zählen Personen- und Materialtransporte, welche mittels des zu dimensionierenden Fördermittels transportiert werden können. Da im Rahmen der Konzeptplanung zu Schacht Asse 5 (standortunabhängiger Teil) bereits die Realisierung von Schwerlasttransporten von bis zu $m = 40\text{ t}$ eingeplant wurde, sollten diese auch über Schacht Asse 5 durchgeführt werden. /2/ Ein Vorteil aus dem Wegfall der Schwerlasttransporte an Schacht Asse 2 ist die entstehende Verschleißverringerung an allem mit dem Schwerlasttransport zusammenhängen Förderanlagenkomponenten (Seile Schachteinbauten, etc.), welche mit einer Verringerung von Instandsetzungsmaßnahmen einhergeht. Aus der Konzeptplanung zu Schacht Asse 5 geht weiterhin hervor, dass ebenfalls alle anderen an Schacht Asse 2 durchzuführenden Transporte (Personen-, Material- und Langteiltransporte), mittels der Förderanlage von Schacht Asse 5 erfolgen könnten. Aufgrund der vorangegangenen Ausführungen empfiehlt es sich deshalb aus Sicht des AN die Hauptförderung zumindest bei Instandsetzungsmaßnahmen von Schacht Asse 2 über Schacht Asse 5 zu realisieren, da dadurch auch größere Zeitfenster zur Durchführung von möglichen Instandsetzungsmaßnahmen an Schacht Asse 2 umgesetzt werden könnten.

Eine Reduzierung der zu realisierenden Nutzlasten bei Material- und Personentransporten in Schacht Asse 2 würde ebenfalls in einer Verringerung der durchzuführenden Instandsetzungsmaßnahmen an den mit dem Schachttransport involvierten Förderanlagenkomponenten resultieren. Begründet dadurch sollte im Rahmen einer späteren Planungsphase überprüft werden, welche Transporte zukünftig über Schacht Asse 2 durchgeführt werden sollen und ob die aus dem Leistungsverzeichnis entnommenen Nutzlasten eventuell reduziert werden können.

Ausführung der Schachtförderanlage: Mittlere Seilfahrtanlage vs. Hauptseilfahrtanlage

Die Auswahl der Seilfahrtanlage erfolgt anhand der max. Fördergeschwindigkeiten, der max. zu befördernden Personenanzahl und der Anzahl der Fördermitteltragböden. Bei Fördergeschwindigkeiten von $v > 4\text{ m/s}$ zählt die Schachtförderanlage als Hauptseilfahrtanlage (HSFA). Verfügt das Fördermittel über mehr als 2 Tragböden und sollen mehr als 20 Personen gleichzeitig befördert werden, so wird die Schachtförderanlage ebenfalls als HSFA

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 14 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

kategorisiert. Dies legt nahe, dass HSFA's vorwiegend in produzierenden und leistungsorientierten Bergwerken Anwendung finden, da die Erhöhung von Fördergeschwindigkeiten und der Fördermitteltragbodenanzahl zu einer höheren Leistungsfähigkeit führt.

Wird die Schachtförderanlage als Mittlere Seilfahranlage (MSFA) ausgeführt, so darf die zu befördernde Personenanzahl von $a = 20$ Personen/ Fördermittel nicht überschritten werden. Bei einer MSFA sind maximale Fahrgeschwindigkeiten von $v = 4$ m/s zulässig, weiterhin darf das einzusetzende Fördermittel lediglich über 2 Tragböden verfügen. Der Einsatz der Schachtförderanlage als MSFA birgt jedoch auch verschiedene Vorteile. Durch die geringe Fördergeschwindigkeit ($v_{\max} = 4$ m/s) entstehen geringere Belastungen in den Förder- & Führungsseilen, Spurlatten, Einstrichen und Konsolen, wodurch längere Lebensdauern dieser Elemente und geringere Instandsetzungsintervalle erzielt werden können. Da bei Seilfahranlagen laut BVOS kein Unterschied zwischen HSFA und MSFA gemacht wird, sind die zeitlichen Abstände der vorgeschriebenen Wartungs-, Inspektions- und Prüfintervalle gleich. Auch die elektrotechnische Ausrüstung von Hauptseilfahranlagen ist mit der von mittleren Seilfahranlagen vergleichbar, sodass vernachlässigbare Vorteile bezüglich des Installations- und Wartungsaufwandes bei der Auswahl zwischen MSFA und HSFA entstehen. Da durch mittlere Seilfahranlagen nur bis zu 20 Personen transportiert werden dürfen und das Fördermittel nur über maximal zwei Tragböden verfügt, kann die Gesamtmasse eines Fördermittels für eine MSFA geringer sein als die Gesamtmasse eines Fördermittels für eine HSFA. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, wie das nachfolgende Beispiel zeigt.

Angenommen ein Fördermittel mit nur einem Tragboden soll bei einer Geschwindigkeit von $v > 4$ m/s 10 Personen transportieren. Laut BVOS und TAS ist dieses Fördermittel aufgrund der Geschwindigkeit von $v > 4$ m/s als HSFA zu klassifizieren /5/, /6/. Verglichen mit einem Fördermittel für eine MSFA, welches mit einer Geschwindigkeit von $v < 4$ m/s verfahren wird, über zwei Tragböden verfügt und in der Lage ist 20 Personen zu transportieren, würde das Fördermittel der HSFA aufgrund der geringeren notwendigen Standfläche und der damit verbundenen geringeren Nutzlast und Masse leichter ausfallen. Es kann also keine pauschale Aussage über die resultierende allgemeine Belastung auf die Schachtausrüstung (Fördergerüst, Seile etc.) aufgrund einer Kategorisierung des Fördermittels zwischen MSFA und HSFA getätigt werden. Entscheidend sind hierbei die Anforderungen an das Fördermittel im jeweiligen Anwendungsfall.

Fazit:

Da die Hauptförderrung über Schacht 5 erfolgen und über Schacht 2 nur Personenförderung stattfinden soll, empfiehlt sich eine mittlere Seilfahranlage. Sie erfüllt die geforderten Randbedingungen an Geschwindigkeit und Kapazität. Aufgrund der geringeren Fördergeschwindigkeit im Vergleich zu einer Hauptseilförderung ist der Verschleiß an den Anlagenteilen kleiner. Darüber hinaus sind die Kosten einer MSFA geringer.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 15 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Reduzierung der Fördermittelabmaße

Die Querschnittsfläche des Fördermittels, steht im direkten Zusammenhang mit den im Schacht vorherrschenden Wettergeschwindigkeiten. Eine Reduzierung der Querschnittsfläche des Fördermittels hätte den entschiedenen Vorteil, die Wettergeschwindigkeiten im Schacht zu verringern. Da laut derzeitigem Planungsstand dem Schacht Asse 2 so viel Wettermenge wie möglich zugeführt werden soll, wäre es ratsam den Fördermittelquerschnitt so klein wie möglich zu halten. Ein Fördermittel mit kleiner Querschnittsfläche erfordert jedoch mehr Förderspiele, um eine festgelegte Personenanzahl transportieren zu können und ist auch als nachteilig zu betrachten, wenn über das Fördermittel alle Bereiche in der Schachtscheibe (inklusive Schachtwand) erreicht werden sollen. Dementsprechend ist aus den Vor- & Nachteilen abzuwägen, welche Dimensionen das einzusetzende Fördermittel für Schacht Asse 2 aufzuweisen hat.

Fazit:

Zur Erfüllung eines maximalen Wettervolumenstromes sollte ein Fördermittel mit einer minimalen Querschnittsfläche eingesetzt werden. Dies wird mit einem 2-etagigen Fördermittel und einer Nutzlast von 10 Personen je Tragboden erreicht.

Vergleich Seilführung vs. Spurlattenführung

Beide Führungssysteme bieten Lösungen für spezielle Einzelfälle. Die Abwägung zwischen der Verwendung von Spurlatten oder Führungsseilen muss von Schachtanlage zu Schachtanlage neu getroffen werden. Ein Vergleich der unterschiedlichen Systeme erweist sich als schwierig und nur in lotrechten und verformungsfreien Schächten sinnvoll. Einzelne Kosten- und Sicherheitsaspekte müssen individuell miteinander verglichen werden.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 16 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Tab. 2: Vergleich Seilführung und Spurlattenführung nach /7/

Untersuchungsmerkmal	Seilführung	Spurlattenführung
Kostenfaktor	sehr geringe Kosten und Zeitaufwand in Bezug auf Installation und Instandhaltung ++	hohe Kosten und Zeitaufwand in Bezug auf Installation -- geringe Kosten für Instandhaltung bei Stahlsperlatten +
Verschleiß	sehr geringer Verschleiß ++	geringer Verschleiß an Stahlsperlatten +
Fördergeschwindigkeit (für Schacht Asse 2 nicht maßgebend, da maximale Geschwindigkeit der MSFA 4 m/s beträgt)	durch hohe Fördermittelgeschwindigkeiten sind große Förderleistungen realisierbar +	bei Stahlsperlatten bis 20 m/s möglich +
Wetterwiderstand (maßgebend für Schacht Asse 2, weil eine maximale Wettermenge realisiert werden soll)	keine Schachteinbauten notwendig, daher geringer Wetterwiderstand generiert ++	viele Schachteinbauten, diese haben einen hohen Wetterwiderstand zur Folge --
Fahrverhalten des Fördermittels (aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit von 4 m/s nicht maßgebend für Schacht Asse 2)	vollkommene Fahrtruhe ++	relativ optimierte Fahrtruhe, jedoch von Stößen und Schwingungen nicht vollkommen frei +

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 17 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Untersuchungsmerkmal	Seilführung	Spurlattenführung
Einfluss auf das Förderseil	keine Vibration des Förderseils, daher Steigerung der Lebensdauer des Förderseils ++	Vibrationen des Förderseils durch Stöße und Schwingung des Fördergutträgers o
Platzbedarf im Schacht (für Schacht ASSE 2 eher untergeordnet, da in der Schachtscheibe ausreichend Platz vorhanden ist und der Schacht hauptsächlich nur für Seilfahrt genutzt werden soll)	größere Abstände der Fördermittel untereinander und zur Schachtwand notwendig - keine effektive Ausnutzung der Schachtscheibe möglich -	kleinere Abstände der Fördermittel untereinander und zur Schachtwand möglich + hoher Platzbedarf der Einbauten --
Einfluss Schachtgeometrie (wichtig für Schacht ASSE 2, bei zu großer Schiefstellung keine Seilführung möglich)	nicht geeignet bei Schachtverformungen oder Schiefstellung -	durch konstruktive Maßnahmen können Schachtverformungen ausgeglichen werden +
Aufwand bei Wartungs- / Instandsetzungs- Umrüstarbeiten im Schacht	erschwerte Schachtreparaturen, da keine leichte Befestigung der Arbeitsbühne - Sofern keine API-Leitung eingesetzt wird sind Halterungen für Rohre, Kabel und Fallleitungen an Schachtwand oder Kabeltragseilen notwendig -	einfache Installation der Arbeitsbühne auf Einstrichen oder Konsolen + Halterungen für Rohre, Kabel an Einstrichen möglich o

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 18 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Untersuchungsmerkmal	Seilführung	Spurlattenführung
Drallfreiheit des Förderseils (bei Einsatz eines Wirbels nicht maßgebend für Schacht ASSE 2)	Förderseil muss drallarm sein o	Förderseil muss nicht drallarm sein + bei sehr verdrahtem Seil, starker einseitiger Verschleiß der Spurlatten -
Zusätzlicher Teufaufwand (nicht maßgebend, da im Schacht ASSE 2 ausreichend Platz ist)	Schacht tiefer Teufen, wegen des Platzbedarfs der Spanngewichte -	tiefer Teufen des Schachtes nicht erforderlich +
Einfluss auf das Fördergerüst (nicht maßgebend, da neues Gerüst für Schacht ASSE 2 geplant wird)	Fördergerüst ist größeren Belastungen durch das Eigengewicht der Reibseile und deren Spanngewichte ausgesetzt -	keine zusätzliche Belastung des Fördergerüsts +
(++) sehr günstig; (+) günstig; (o) durchschnittlich; (-) ungünstig; (--) sehr ungünstig * größere Baumaße der Trommelfördermaschine gegenüber einer Treibscheibe		

Fazit

Aufgrund der vorherrschenden Planungsrandbedingungen für Schacht Asse 2 und den in Tabelle 2 erläuterten Vor- & Nachteilen von Spurlatten- bzw. Seilführung ist eine Seilführung im Schacht Asse 2 am besten geeignet. Hauptgründe hierfür sind der geringere Wetterwiderstand und, dass keine Konsolen am vorhandenen Schachtausbau befestigt werden müssen. Durch die vorgesehenen Verfüllarbeiten könnte allerdings auch der Einsatz von Spurlatten Vorteile bringen, da ein Versetzen des Spannlagers entfällt. Durch einen Einsatz von kragenden Konsolen anstelle von Einstrichen kann der Wetterwiderstand auch bei einer Spurlattenführung minimiert werden.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 19 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.2 Schachtscheiben

In diesem Abschnitt der vorliegenden Planungsunterlage erfolgt die Optimierung der Schachtscheibengeometrie.

Zuvor erfolgt jedoch eine kurze Untersuchung bezüglich der Nutzung von bereits vorhandenen Fördermitteln im Schacht Asse 2. Hierzu ist nachfolgend eine Abbildung der aktuellen Schachtscheibe des Schachtes Asse 2 (IST-Zustand) dargestellt.

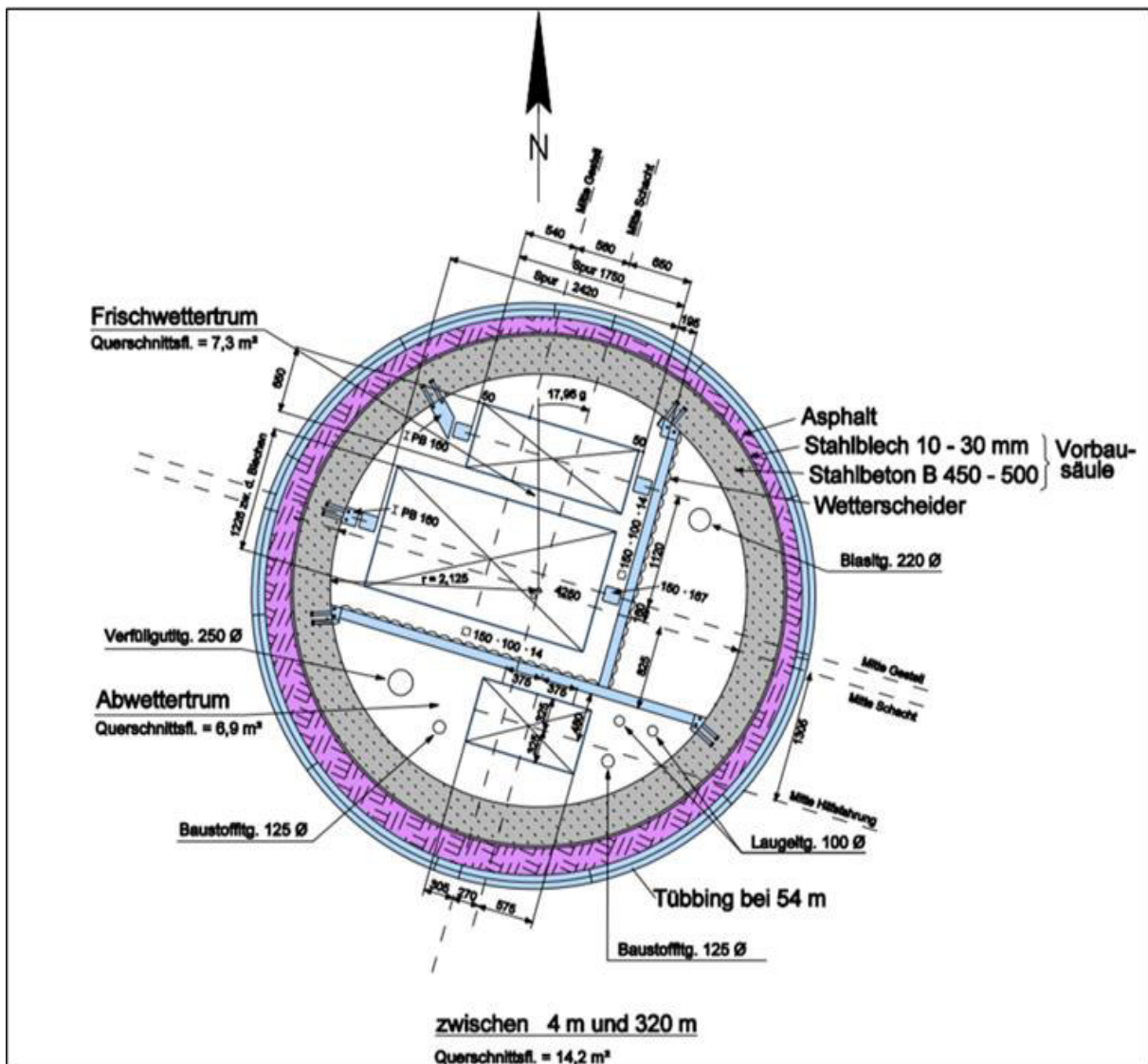


Abb. 1: Schachtscheibe Schacht Asse 2 zwischen 4 m – 320 m (IST-Zustand) /8/

Schacht Asse 2 ist mit einer Koepefördermaschine als Hauptseilfahrt und einer Winde für die Hilfsfahrt (ursprünglich ebenfalls über eine Koepefördermaschine betrieben) ausgerüstet. Über die Koepefördermaschine wird ein Förderkorb mit Gegengewicht betrieben. Um den

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 20 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Wetterwiderstand im Schacht so gering wie möglich zu halten, ist der Einsatz einer Trommelfördermaschine vorteilhafter, da die Querschnittsfläche des Gegengewichts entfällt und sich die Wettergeschwindigkeit verringert. Aus selbigem Grund sollten ebenfalls alle Führungseinrichtungen, Rohrleitungen und der Wetterscheider des Schachtes beraubt werden. Weitere Kriterien zur Auswahl der Fördermaschine finden sich unter Kapitel 2.3.

Im Zuge der Planungsarbeiten wurden verschiedene Schachtscheiben entworfen und auf deren Anwendbarkeit, Nutzen und Sinnhaftigkeit überprüft.

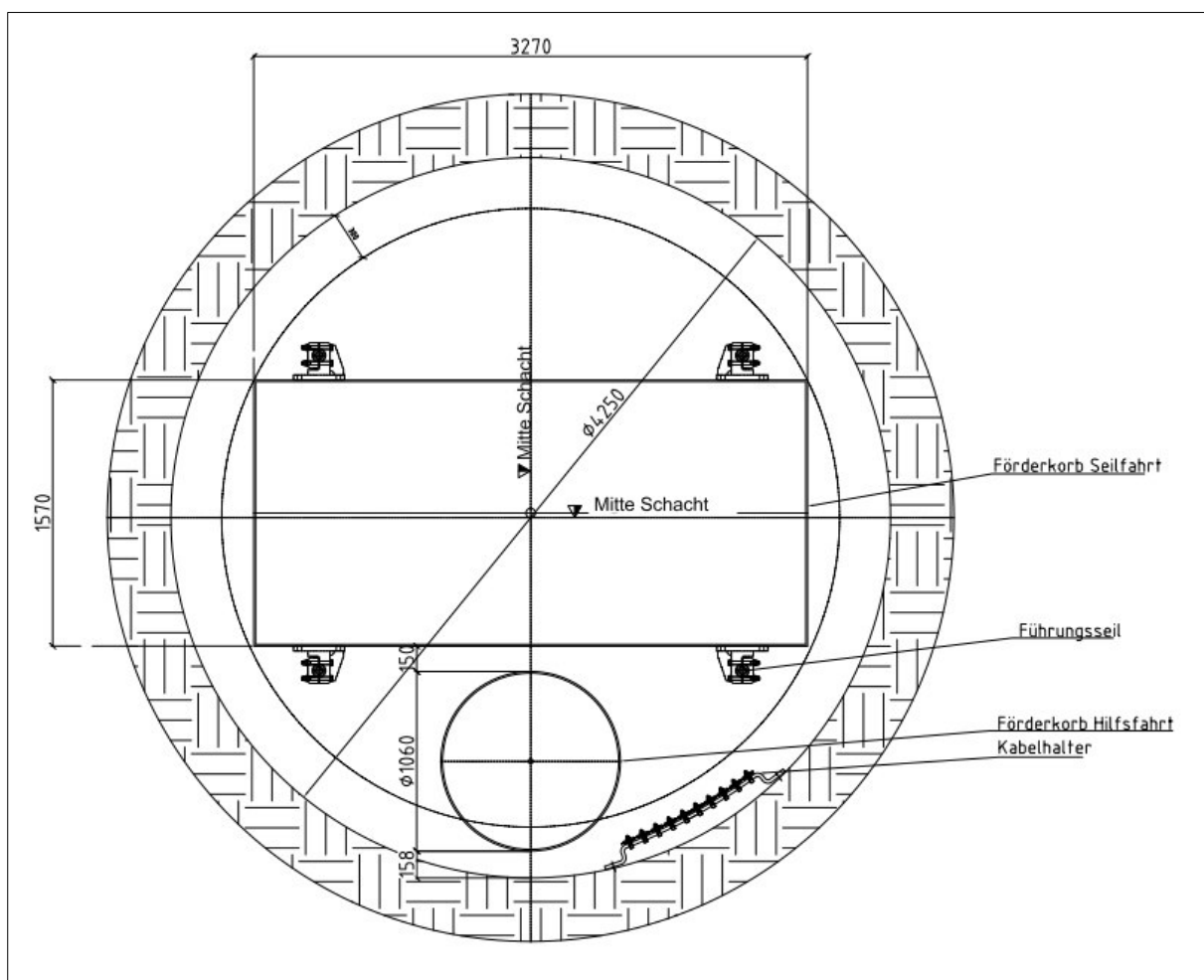


Abb. 2: Schachtscheibenvariante A

Die oben dargestellte Schachtscheibe beinhaltet folgende Komponenten:

- den seilgeführten 2-etagigen Förderkorb
- die 2-etagige Hilfsfahrt, die Seilführungen der Fördermittel
- Kabelhalter für die elektrische Versorgung der Förderanlage

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 21 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Nachfolgend ist eine weitere Schachtscheibe dargestellt. Hier ist die Seilfahrtanlage mit einem spurlattengeführten Korb und Gegengewicht ausgeführt.

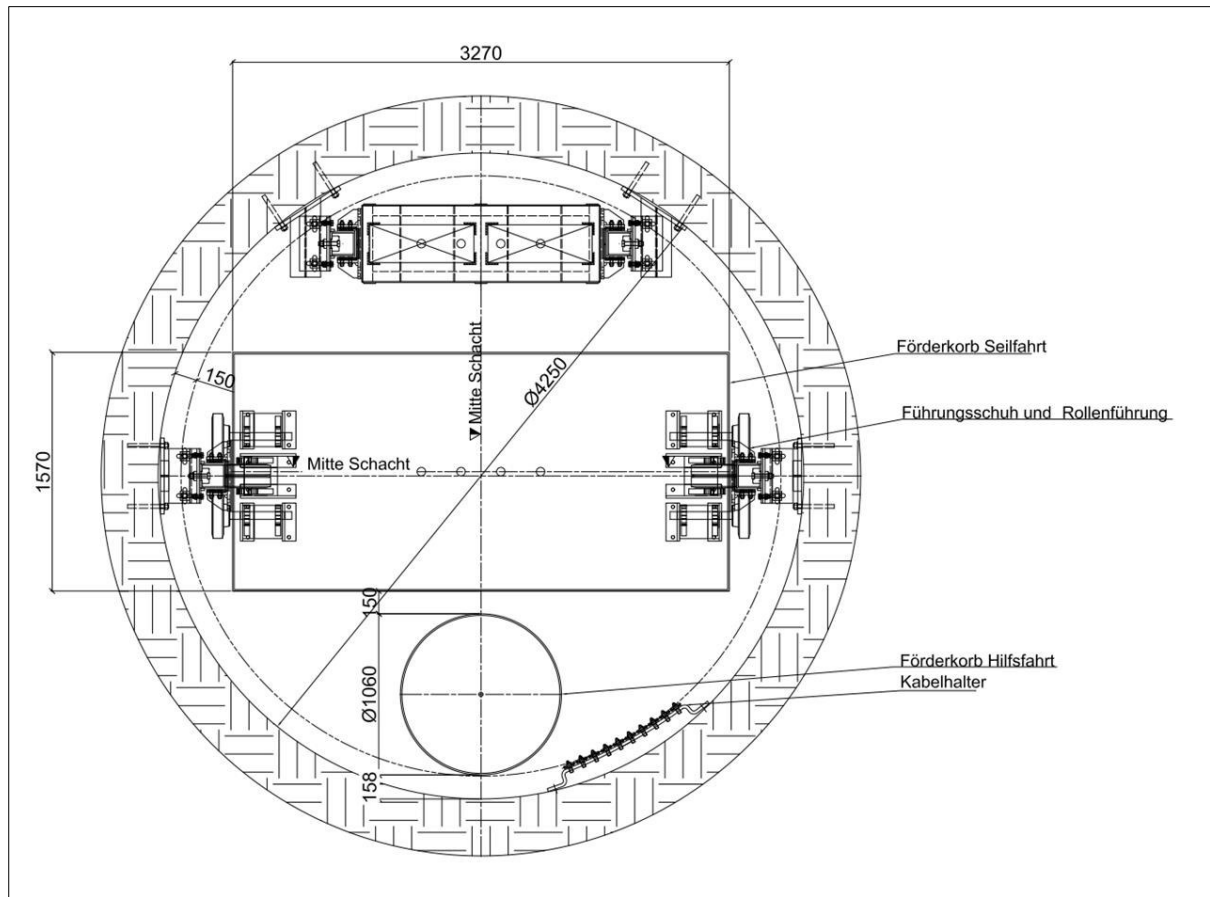


Abb. 3: Schachtscheibenvariante B

Anhand der resultierenden Vorteile bei Anwendung einer Seilführung (siehe Tabelle 2) und um die Wetterwiderstände in der Schachtscheibe so gering wie möglich zu halten ist eine Seilführung als Führungsart der Spurlattenführung vorzuziehen, da dadurch die Schachteinbauten zum Befestigen der Spurlatten entfallen. Zur Realisierung eines so gering wie möglich zu haltenden Wetterwiderstands könnten die für den Bergwerksbetrieb notwendigen Rohrleitungen im Schacht Asse 5 integriert werden. Bei einer redundanten Ausführung zu Schacht Asse 5 könnten die Rohrleitungsquerschnitte, welche in der standortunabhängigen Planung von Schacht Asse 5 geplant worden sind übernommen werden. Da dies derzeit jedoch noch nicht quantifizierbar ist, wurden in den Wetterberechnungen (siehe Kapitel 3.1) die Rohrleitungen vorerst nicht berücksichtigt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 22 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Da die Hilfsfahrt nur im Evakuierungsfall zum Einsatz kommt, befindet sich das Hilfsfahrgestell nicht permanent im Schacht, wodurch der Wetterwiderstand in der Schachtscheibe verringert und geringere Wettergeschwindigkeiten erreicht werden können.

Fazit:

Die Größe des Förderkorbes richtet sich nach der Anzahl der zu befördernden Personen. Je kleiner der Korb desto geringer die Wettergeschwindigkeit im Schacht. Die weiter unten in Abbildung 4 dargestellte Schachtscheibenvariante C zeigt die für den maximalen Wetterdurchgang optimierte Schachtscheibe. Dazu gehört der seilgeführte 2-etagige Förderkorb einer mittleren Seilfahrtanlage, die mit einer Trommelfördermaschine betrieben wird. Die Querschnittsfläche des Korbes ist so ausgelegt, dass je Etage 10 Personen Platz finden. Mit dieser Auslegung der Seilfahrtanlage ist die Minimalanforderung der Evakuierung von 200 Personen pro Schicht ebenfalls erfüllt und es ist ein maximaler Wetterdurchgang im Schacht gewährleistet. Damit ist Schachtscheibenvariante C die Vorzugsvariante.

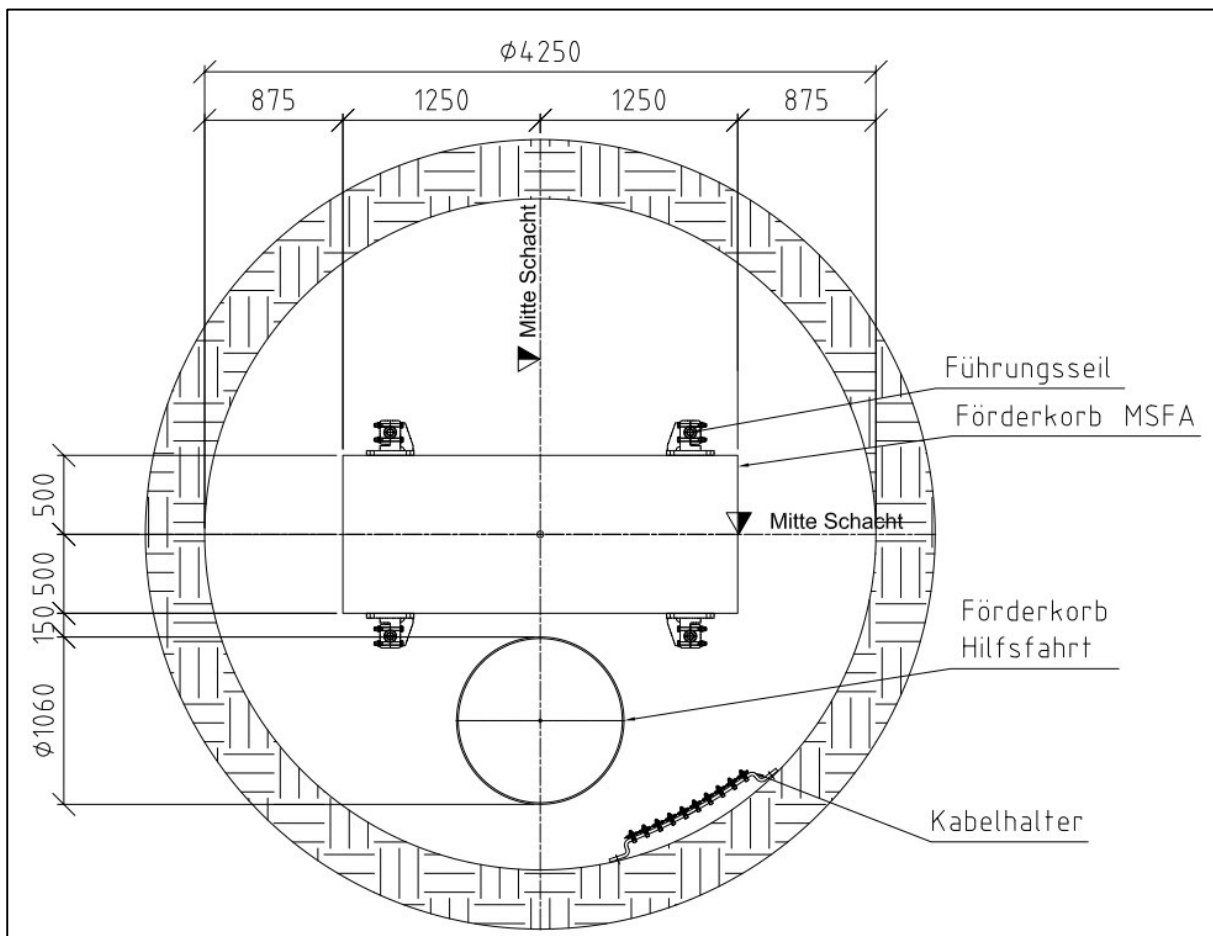



Abb. 4: Schachtscheibenvariante C

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 23 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.3 Fördermaschinen

Im nachfolgenden Kapitel erfolgt eine Gegenüberstellung von unterschiedlichen Fördermaschinenarten anhand der vorgegebenen Randbedingungen.

2.3.1 Gegenüberstellung Fördermaschinenarten

Schachtfördermaschinen können je nach Aufstellungsart in Flurfördermaschinen und Turmfördermaschinen klassifiziert werden. Prinzipiell werden Schachtfördermaschinen in drei unterschiedliche Bauformen klassifiziert:

- + Treibscheibenfördermaschinen
- + Trommelfördermaschinen
- + Bobinen

Die Bobinenförderung ist nicht mehr Stand der Technik und wird begründet dadurch in der nachfolgenden Gegenüberstellung nicht betrachtet.

Tab. 3: Gegenüberstellung Treibscheibenfördermaschine - Trommelfördermaschine nach /3/

Untersuchungsmerkmal	Treibscheibenfördermaschine	Trommelfördermaschine
Benötigter Raumbedarf, Tagesoberfläche	<p>Durch die Möglichkeit einer Aufstellung der Treibscheiben-FM im Förderturm entfällt der Platzbedarf für eine zusätzliche Maschinenhalle.</p> <p style="text-align: center;">+</p>	<p>Die Möglichkeit zur Aufstellung der Trommel-FM im Förderturm birgt ebenfalls den Vorteil auf den Verzicht einer Maschinenhalle, jedoch ist hierbei durch den einzuhaltenden Ablenkwinkel mehr Platz notwendig.</p> <p style="text-align: right;">o*</p>

**Variantenvergleich und Konzeptplanung zur
Ertüchtigung des Schachtes Asse 2**



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 24 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Untersuchungsmerkmal	Treibscheibenfördermaschine	Trommelfördermaschine
Platzbedarf in der Schachtscheibe (Gegengewicht)	Der Einsatz einer Treibscheiben-FM erfordert immer zwei Fördermittel im Schacht (Korb und Gegengewicht), was in einem höheren Platzbedarf in der Schachtscheibe resultiert.	Der Einsatz einer Trommel-FM erfordert nur ein Fördermittel im Schacht. o
Energiebedarf / Leistungsaufnahme	Bei einer Fördermittel- / Gegengewichtsförderung muss nur die halbe Nutzlast angetrieben werden. Bei einer Skipförderung (Doppelförderung) muss die komplette Nutzlast angetrieben werden. +	Bei einer Ein-Trommel-FM muss die gesamte Seillast (Seil, Korb, Nutzlast) angetrieben werden. -
Investitionskosten	Eine Treibscheiben-FM ist aufgrund der geringeren Antriebsleistung und der damit verbundenen Antriebstechnik verglichen mit einer Trommel-FM bezüglich der Anschaffungskosten günstiger. +	Bei gleicher Seillast, jedoch ohne lastausgleichendes Unterseil und möglicherweise sogar Gegengewicht, treten bei einer Trommel-FM um ein Vielfaches höhere Drehmomente im Vergleich zu einer Koepe-Maschine auf. In der Folge sind damit höhere Kosten für den maschinentechnischen Teil, die elektrischen Antriebe und die Fundamente verbunden o

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 25 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Untersuchungsmerkmal	Treibscheibenfördermaschine	Trommelfördermaschine
Eignung für Turmaufstellung	Gut geeignet, weil kein Ablenkwinkel zu den Seilscheiben einzuhalten ist. Dadurch kann eine geringere Turmhöhe erzielt werden. +	Nicht so gut geeignet, da durch einen einzuhaltenden Ablenkwinkel zu den Umlenkscheiben der Förderturm höher wird. -
Aufwand für Wartung/Prüfung/ Wechsel des Förderseils	Eine Treibscheiben-FM mit mehreren Seilen unterliegt einem erhöhten Wartungs-, Prüf- und Wechsellaufwand (Seilkontrollen, Seilwechsel und Wechselzubehör) o	Relativ einfach zu realisierender Seilwechsel +
Seilrutschgefährdung	Da bei einer Treibscheiben-FM das Treiben der Förderseile durch Reibschluss der Förderseile auf der Treibscheibe erfolgt, besteht bei Überladung der Fördermittel ein hohes Seilrutschrisiko. o	Bei Trommel-FM existiert keine Seilrutschgefahr, da das Förderseil (je nach Trommeldurchmesser und notwendigem Fahrweg) in mehreren Lagen auf den Seilträger aufgewickelt wird ++
Einsetzbarkeit für Mehrseilanlage	Treibscheibenfördermaschinen können einfach als Mehrseilanlage ausgelegt werden (bis zu 8 Seile) ++	Trommelfördermaschinen werden aufgrund der Abmessungen maximal als 2-Seilanlage ausgeführt -
Eignung für sehr hohe maximale Nutzlasten	Nutzlast durch Seilrutsch begrenzt, kann aber durch den Einsatz von mehreren Seilen relativiert werden. +	Aufgrund des Seileigengewichts ist bei Trommel-FM und großen Schachtteufen die Nutzlast begrenzt. o

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 26 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Untersuchungsmerkmal	Treibscheibenfördermaschine	Trommelfördermaschine
Seilbeanspruchung	Geringere Seilbeanspruchung, weil es keinen Ablenkwinkel gibt +	Aufgrund der Ablenkwinkel etwas höhere Seilbeanspruchung o
(++) sehr günstig; (+) günstig; (o) durchschnittlich; (-) ungünstig; (--) sehr ungünstig		

Fazit:

Anhand der vorangegangenen Tabelle wird ersichtlich, dass der Einsatz einer Trommelförderanlage für Schacht Asse 2 besser auf die vorgegebenen Randbedingungen des Leistungsverzeichnisses passt, als der Einsatz einer Koepefördermaschine. Die Möglichkeit Verfüllarbeiten im Schacht Asse 2 auszuführen, ein geringerer Aufwand bzgl. Wartung, Prüfung und Wechsel des Förderseils, und ein geringerer Platzbedarf in der Schachtscheibe sprechen angesichts der vorgegebenen Randbedingungen für den Einsatz einer Trommelfördermaschine. Geringere Investitionskosten, ein geringerer Energiebedarf und eine bessere Eignung für die Turmaufstellung sind Vorteile beim Einsatz einer Koepefördermaschine, welche jedoch bezogen auf die zu beachtenden Randbedingungen (Kapitel1) als weniger maßgeblich zu betrachten sind. Nachfolgend sind nochmals alle Vor- & Nachteile für den Einsatz einer Trommelfördermaschine aufgelistet.

Vorteile:

- + Verfüllarbeiten ohne Anpassungsarbeiten an der Fördermaschine möglich
- + Nutzung des freien Gegengewichtstrums für andere Aufgaben
- + starker und robuster Antrieb
- + keine Seilrutschgefahr
- + sehr hohe Nutzlasten möglich
- + geringerer Aufwand bzgl. Wartung/Prüfung/Wechsel des Förderseils

Nachteile:

- bei gleicher Nutzlast höhere Antriebsleistung als bei Koepe-Förderung erforderlich
- höhere Investitionskosten als bei Koepe-Förderung

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 27 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Unter Berücksichtigung der Betriebsdauer Schacht Asse 2, welche auf mindestens 40 Jahre festgelegt ist /4/ und der bis dahin anfallenden Förderaufgaben und Verwahrungsmaßnahmen, sowie der im vorausgegangenen Kapitel beschriebenen Gegenüberstellung von Trommelfördermaschine und Koepefördermaschine empfiehlt es sich aus wirtschaftlichen und betrieblichen Gründen folgende Fördermaschinenart im Schacht Asse 2 einzusetzen:

Aufgrund der vorgegebenen Randbedingungen zur Konzeptplanung sollte eine Trommelfördermaschine zum Einsatz kommen.

Untersuchung der Anwendung der vorhandenen Fördermaschine

Laut den "Bestandsunterlagen ASSE II Ertüchtigung der Schachanlage" /9/ ist die in Schacht Asse 2 zum Einsatz kommende Koepe-Fördermaschine (mechanische Bestandteile) bereits 52 Jahre alt. Der AN ist der Meinung, dass der Einsatz einer über 50 Jahre alten Fördermaschine, (trotz regelmäßiger Instandsetzungsarbeiten), für weitere 40 Jahre sicherheitstechnisch und wirtschaftlich nicht vertretbar ist. Dadurch entfällt die Untersuchung, ob die bereits vorhandene Koepefördermaschine in Schacht Asse 2 für eine zukünftige Anwendung genutzt werden könnte. Gegen den Einsatz der alten Koepefördermaschine, sowie gegen den Einsatz einer neuen Koepefördermaschine spricht weiterhin die unflexible Anwendung dieses Fördermaschinentyps bei den durchzuführenden Verfüllarbeiten von Schacht Asse 2.

Hauptförderung

In nachfolgender Abbildung ist beispielhaft ein Eintrommel-Förderhaspel für die Hauptförderung dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 28 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

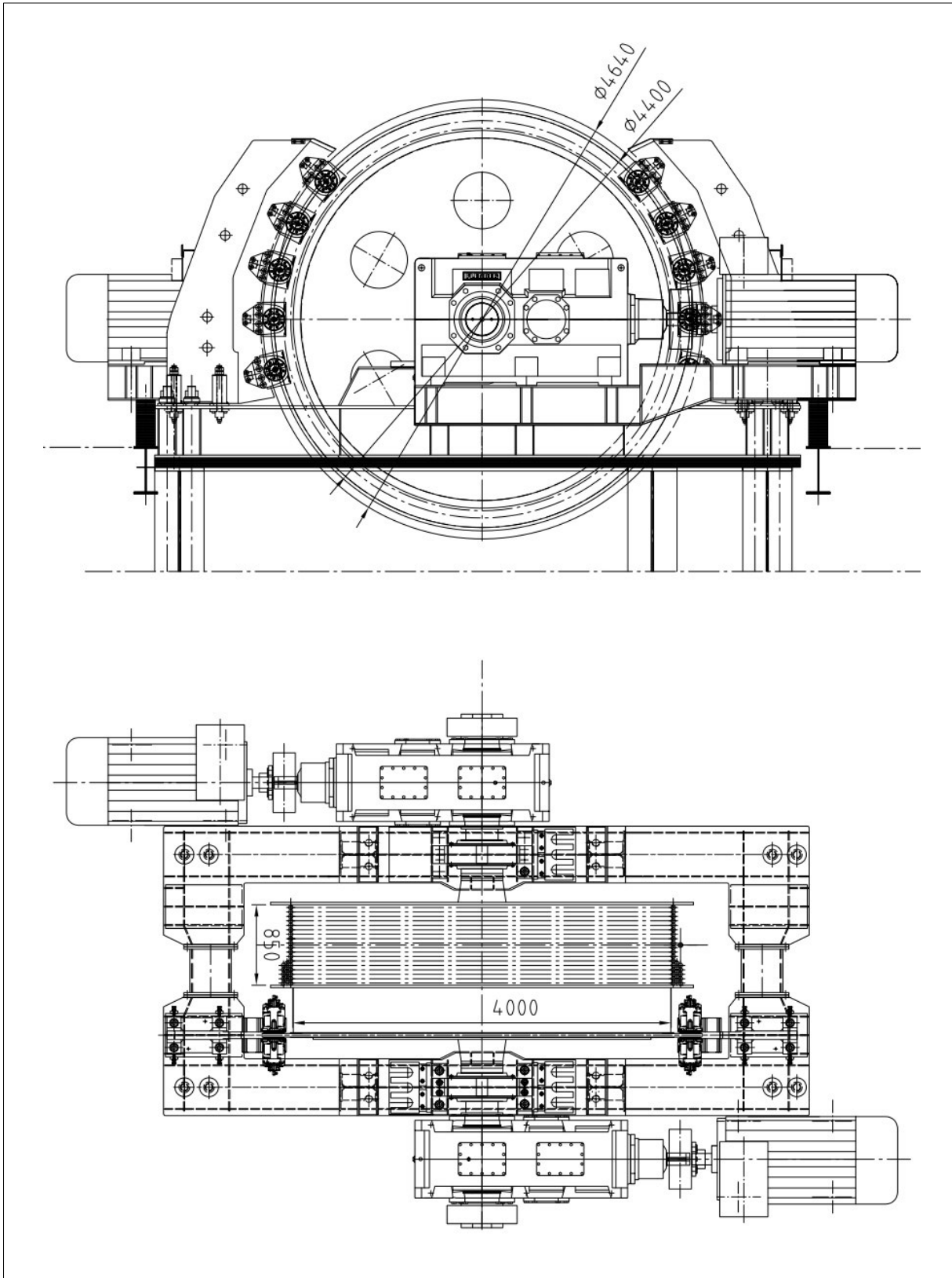


Abb. 5: Beispiel eines Eintrommel-Förderhaspels (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 29 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.3.2 Variantenvergleich: Aufstellungsort der Fördermaschine der Hauptförderung

Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt eine Betrachtung von möglichen Aufstellungsvarianten der Fördermaschine. In Schacht Asse 2 soll ein maximaler Wettervolumenstrom realisiert werden. Im nachfolgenden Abschnitt wurde die Fördermaschinenaufstellung außerhalb und innerhalb des Förderturmes betrachtet. In Abbildung 6 ist die Aufstellungsvariante A der Fördermaschine dargestellt.

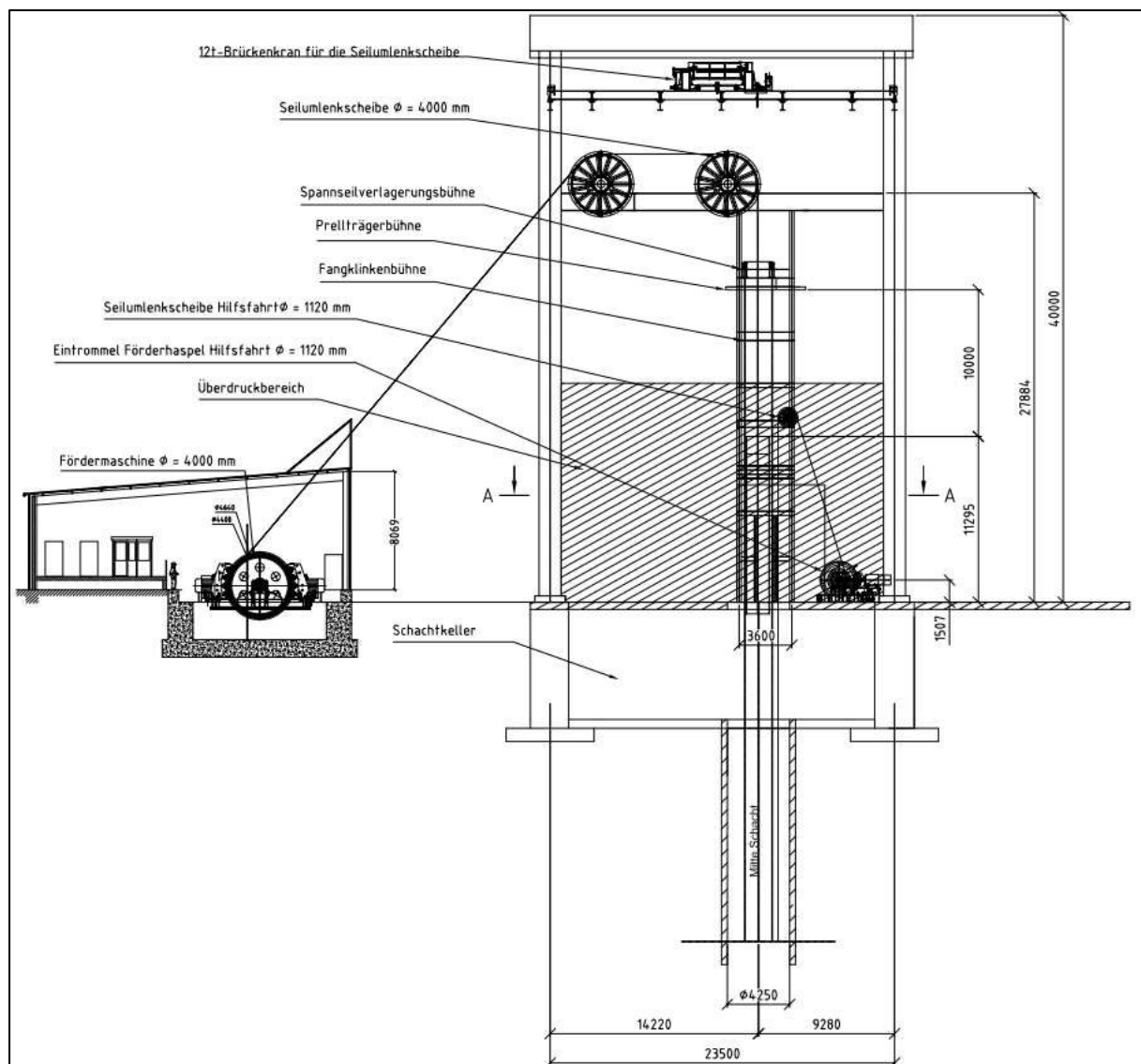


Abb. 6: Variante A: Fördermaschine in einer extra Fördermaschinenhalle

**Variantenvergleich und Konzeptplanung zur
Ertüchtigung des Schachtes Asse 2**



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 30 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Bei dieser Variante befindet sich der Fördermaschine außerhalb des Förderturms in der bereits existierenden Fördermaschinehalle. Von da aus wird das Förderseil in das Turmgerüst auf die Seilscheibenbühne geführt und anschließend über zwei Seilscheiben in den Schacht abgelenkt. Vorteil dieser Variante ist die Platzersparnis in der Schachthalle, da der Förderhaspel außerhalb des Förderturms lokalisiert ist. Nachteile dieser Variante sind der zusätzliche Kosten-, Installations- und Wartungsaufwand, welcher durch eine zusätzliche Zwischendecke entsteht. Die zusätzliche Zwischendecke befindet sich oberhalb der Seilumlenkscheibe für die Hilfsfahrt und umschließt die gesamte Schachthallenfläche. Sie ist notwendig um Druckunterschiede zwischen der Schachthalle und dem Förderturm standhalten zu können, wenn die Wetter durch einen zusätzlichen Wetterkanal in den Schacht gezogen werden. In den nachfolgenden Abbildungen wird die Fördermaschinenaufstellung innerhalb des Förderturmes betrachtet.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 31 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

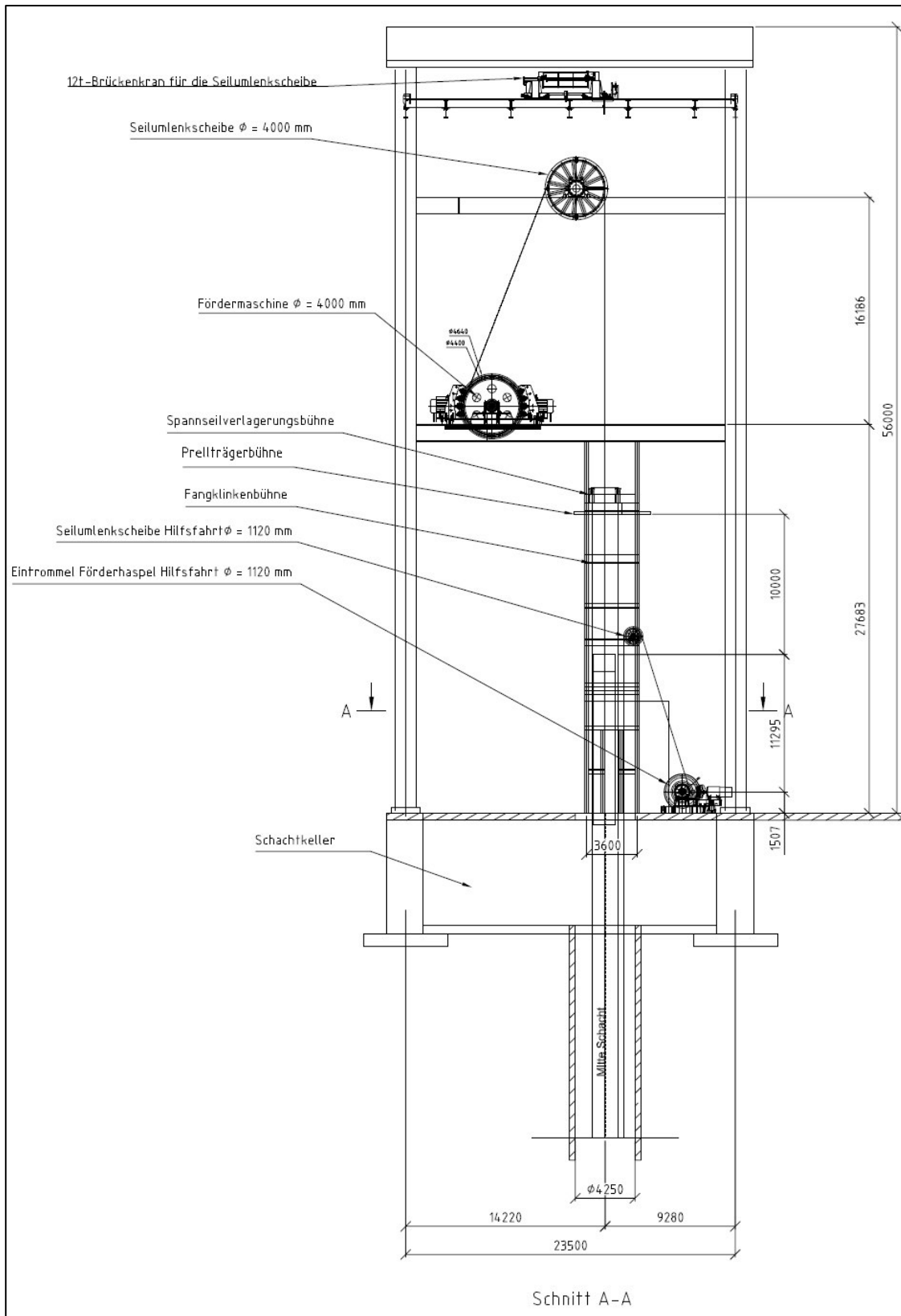


Abb. 7: Variante B: Fördermaschine im Förderturm

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 32 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Bei dieser Aufstellungsvariante befindet sich die Fördermaschine auf der ersten Bühne des Förderturmes oberhalb der Schachthalle bei ca. $h = 28,0$ m. Diese Aufstellung hat den Vorteil, einer zugänglicheren Schachthalle da sich die Fördermaschine und dessen Anlagenteile auf der Fördermaschinebühne befinden. Gleichzeitig bringt dieser Vorteil auch einen erheblichen Nachteil mit sich: Durch Platzierung der Fördermaschine über der Schachthalle bedarf es, verglichen mit Variante A der Förderhaspelaufstellung (siehe: Abbildung 6), eines höheren Förderturmes. Durch die zusätzliche Fördermaschinenbühne und die weiter höher im Turm lokalisierte Seilscheibenbühne erstreckt sich der Turm in dieser Variante auf einer Gesamthöhe von ca. $h = 56,0$ m.

Nachfolgend ist eine weitere Variante zur Fördermaschinenaufstellung dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 33 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

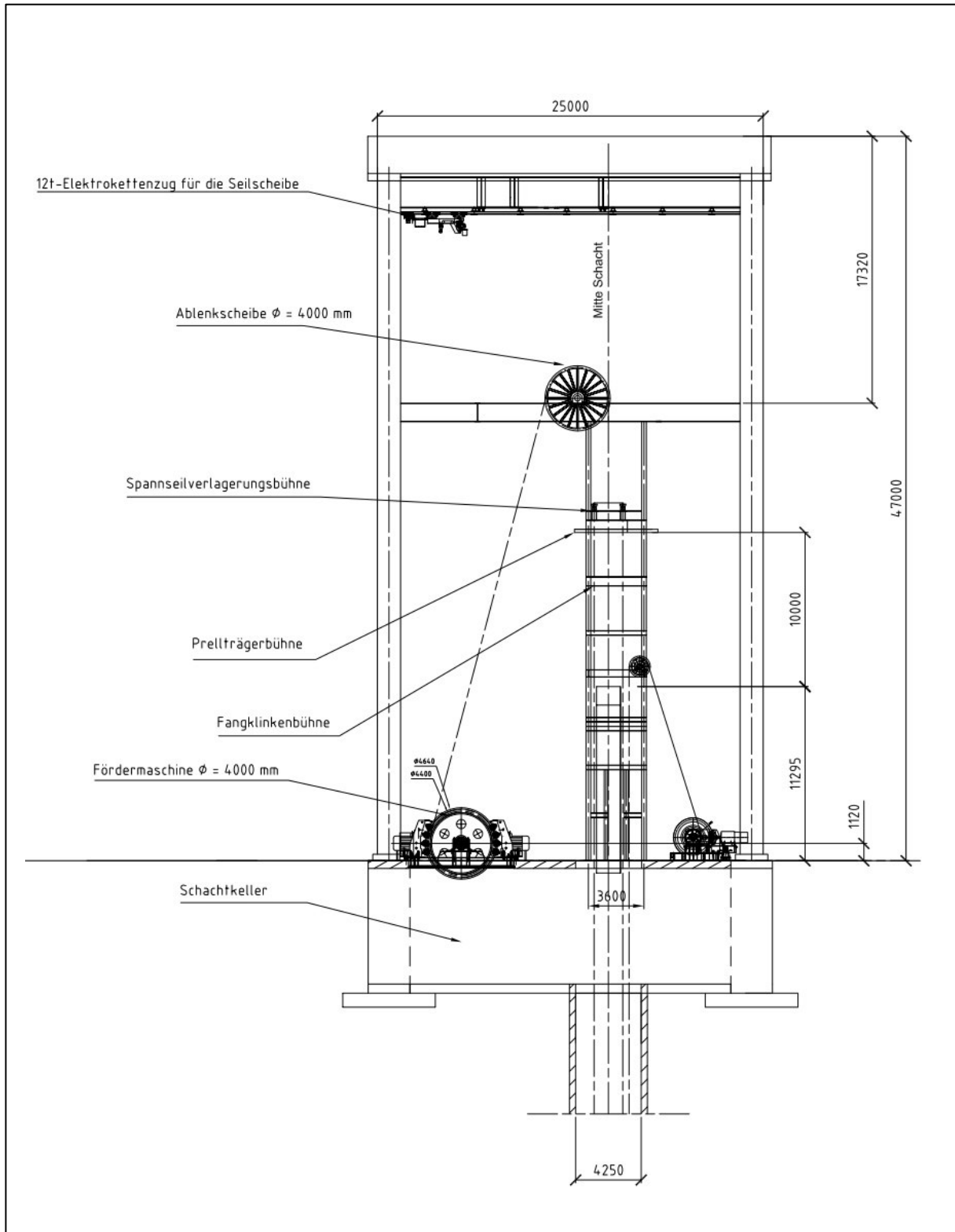


Abb. 8: Variante C: Fördermaschine im Turmgerüst auf Rasenhängebank

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 34 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Bei Variante C wird das Förderseil quer durch die Schachthalle auf die Seilscheibenbühne geführt, von wo es dann über eine Seilscheibe direkt in den Schacht abgelenkt wird. Zwar nimmt bei dieser Variante die Fördertechnik mehr Platz in der Schachthalle ein, dennoch können mit dieser Fördermaschinenaufstellung alle aus dem Leistungsverzeichnis gestellten Randbedingungen und Anforderungen an die Schachtförderanlage Schacht Asse 2 erfüllt werden. Auch hier entstehen Druckunterschiede infolge der Bewetterung, die sich über den gesamten inneren Teil des Förderturms erstrecken. Der Zugang zum Turm erfolgt über eine Schleuse.

Fazit:

Es wird empfohlen, die Fördermaschine nicht in einem externen Fördermaschinenhaus zu platzieren, da dies eine Seilzuführung von außerhalb des Förderturms voraussetzt. Erfolgt die Fördermaschinenaufstellung innerhalb des Förderturmes, so kann das derzeit vorhandene Fördermaschinenhaus für andere Zwecke genutzt werden. Etwaige Herausforderungen bezüglich des Denkmalschutzes im Falle eines Umbaus des Fördermaschinenhauses würden dadurch ebenfalls entfallen.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 35 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Hilfsfahrt

Auf Abbildung 9 ist beispielhaft ein Eintrommel-Förderhaspel der Hilfsfahrt dargestellt, wie er in Schacht Asse 2 zur Anwendung kommen könnte.

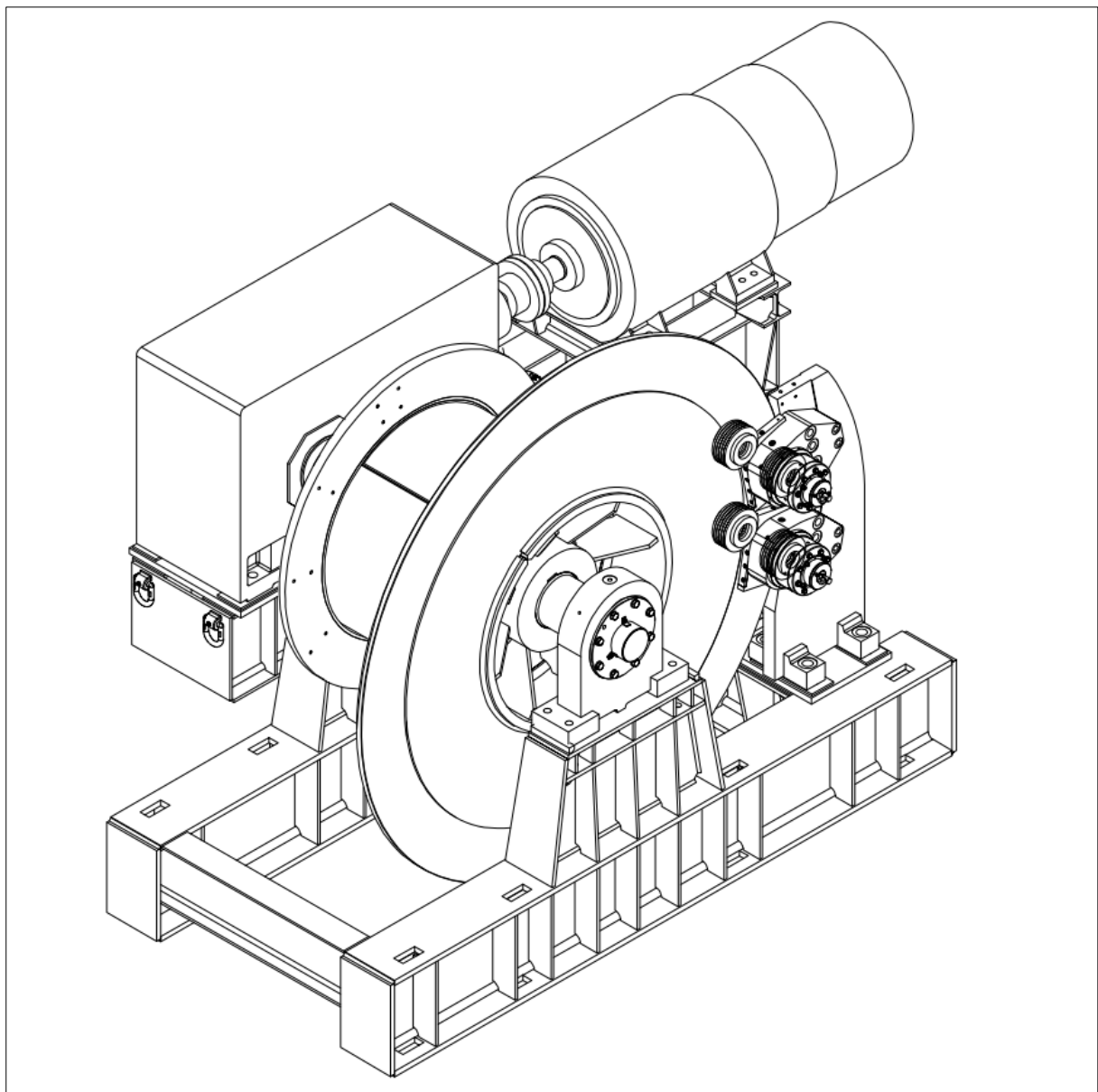



Abb. 9: Beispiel eines Eintrommel-Förderhaspel als Hilfsfahranlage (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 36 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.4 Fördermittel

Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt die Beschreibung der Fördermittel für die Hauptförderanlage und der Hilfsfahranlage.

Maßgebend für die Auswahl zur Ausführung der Fördermittel sind nachfolgende Randbedingungen und Parameter:

- + Nutzlast: $m > 10$ t bei verringerten Fahrgeschwindigkeiten
- + Schwerlasttransport
- + Schachtdurchmesser ($\varnothing = 4,25$ m)
- + räumliche Aufteilung der Schachtscheibeneinbauten
- + Vorschriften der TAS /5/

Das Fördermittel der Hauptförderanlage verfügt über ein mit Geländern versehenes Kopfschutzdach von denen aus Arbeiten im Schacht durchgeführt werden können. Um die Bereiche im Schacht besser erreichen zu können, kann man temporär ausklappbare und ausschiebbar Arbeitsbühnen am Korb montieren. Für sehr schwer zugängliche Bereiche und besondere Arbeiten im Schacht können verfahrbar Arbeitsbühnen in den Schacht gehängt werden.

Hauptförderung

Für die Hauptförderung könnte ein zwei-etagiger Förderkorb mit einer Standfläche von $AK = 5,0$ m² eingesetzt werden. Um die Wettermenge im Schacht 2 zu vergrößern kann die Grundfläche des Korbes verkleinert werden, allerdings verringert sich dann die maximale Anzahl der zu befördernden Personen. Hier muss eine klare Festlegung erfolgen, wie viele Personen in welchem Zeitraum transportiert werden sollen. Im direkten Zusammenhang mit der Anzahl der zu befördernden Personen, steht die Geschwindigkeit des Fördermittels und damit die Ausführungsart der Seilfahranlage als Mittlere- oder Hauptseilfahranlage.

Nachfolgend ist ein Berechnungsbeispiel dargestellt, welches dem Fördergestell der Hauptförderung zugrunde liegt. Hierbei wird auf Grundlage der TAS und der Standfläche die maximal zulässige Personenanzahl berechnet. Laut TAS 8.4.4 müssen für jede zu befördernde Person 0,25 m² Fläche zur Verfügung stehen /5/.

$$AK = 1,55 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} = 5,0 \text{ m}^2 \quad (1)$$

$$\text{Personenanzahl pro Etage: } PA = 5,0 \text{ m}^2 : 0,25 \frac{\text{m}^2}{\text{Personen}} = 20,15 \approx 20 \text{ Personen } (2)$$

Auf der nachfolgenden Abbildung ist ein Beispiel des Förderkorbes der Hauptförderung dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 37 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

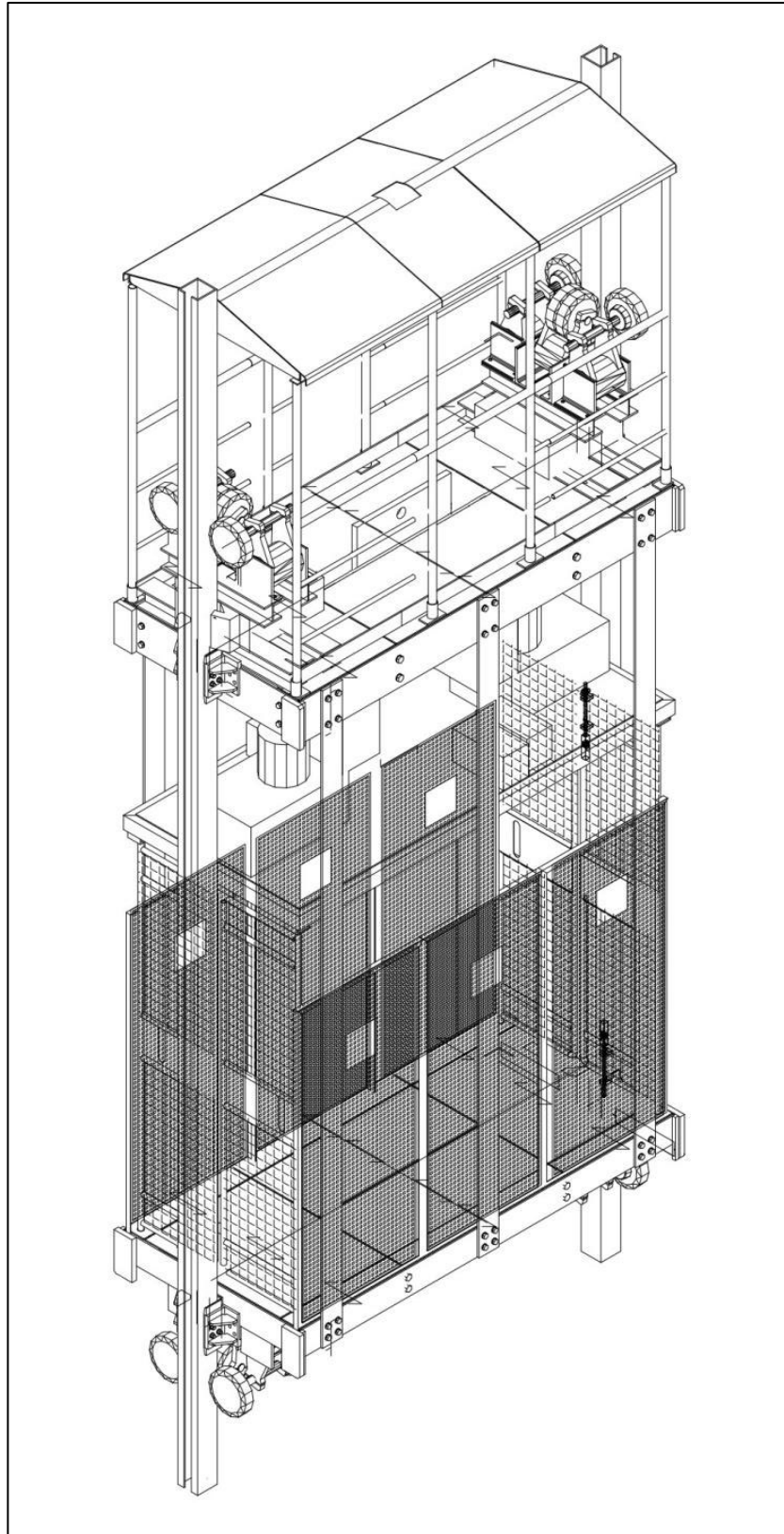


Abb. 10: Beispiel Förderkorb (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 38 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Der Korb hat die Außenabmessungen 1550 mm x 3250 mm x 12095 mm und besteht aus einer Stahlkonstruktion bei der der Fußrahmen über die Hängestreben mit dem Koprahmen verbunden wird. Die Verbindung des Korbes mit dem Tragseil erfolgt über den Koprahmen mit einem Aufhängeblech zum Zwischengeschirr.

Der 2-etagige Förderkorb besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- dem Koprahmen mit Kopfschutzdach
- dem Fußrahmen als unteren Tragboden
- den Hängestreben
- den Diagonalstreben
- den Lochblechen als Seitenverkleidung
- den Seilfahrttoren
- den Eckführungsschuhen

Fazit:

Zur Erfüllung eines maximalen Wettervolumenstromes sollte ein Fördermittel mit einer minimalen Querschnittsfläche eingesetzt werden. Dies wird mit einem 2-etagigen Fördermittel mit einer Nutzlast von 10 Personen je Tragboden erreicht.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 39 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Hilfsfahrt

Als Hilfsfahrgestell könnte ein zweietagiger kreisrunder Förderkorb eingesetzt werden, welcher über einen Innendurchmesser von $\varnothing = 1060 \text{ mm}$ verfügt. Dadurch steht pro Etage eine Standfläche von $A = 0,849 \text{ m}^2$ zur Verfügung, wodurch 3 Personen pro Etage befördert werden können. Abbildung 11 zeigt das zweietagige Hilfsfahrgestell.

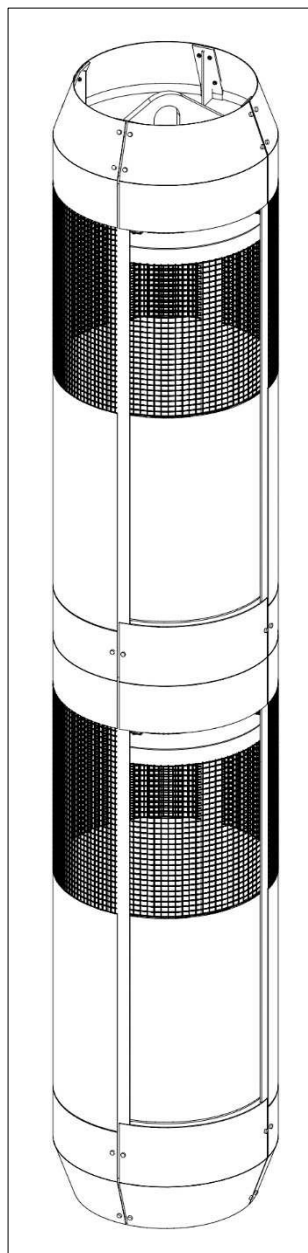



Abb. 11: Beispiel Förderkorb Hilfsfahranlage (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 40 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Nachfolgend ist die Berechnung der möglichen zu transportierenden Personenanzahl pro Etage dargestellt. Laut TAS 8.4.4 müssen für jede zu befördernde Person 0,25 m² Fläche zur Verfügung stehen /5/.

Personenanzahl pro Etage: $PA = 0,849 \text{ m}^2 : 0,25 \frac{\text{m}^2}{\text{Personen}} = 3,39 \approx 3 \text{ Personen (3)}$

Berechnung Evakuierung im Notfall

Rechnet man den Anschläger auf der Hilfsfahrt ab, so können bei einem zweietägigen Hilfsfahrkorb pro Förderspiel 5 Personen vom Förderkorb der HIFA evakuiert werden.


Laut TAS 8.1.5 müssen Hilfsfahranlagen so ausgelegt sein, dass die zulässige Höchstzahl der auf den Fördermitteln der Seilfahrt- oder Förderanlage fahrenden Personen innerhalb von längstens 6 Stunden zu Tage oder zu Anschlägen gebracht werden können /5/. In der nachfolgenden Abbildung ist die Berechnung zur Evakuierung von 20 Personen mittels der Hilfsfahrt vom Förderkorb dargestellt.

Evakuierungsberechnung Hilfsfahrt			
Teufe	t =	750 m	
Fördergeschwindigkeit	v =	1 m/s	
Personenanzahl	a =	20 Pers.	
Personen kreisrunder Korb (2 Etagen)	a =	5 Pers.	
Fahrzeit mit v = 1 m/s; s = 688 m	t =	688 s	
Fahrzeitverzögerung (Schleichfahrt) v = 0,5 m/s; s = 2 x 31 m	t =	124 s	
Gesamtfahrzeit 1 Förderspiel	t =	1624 s	
Auf- & Abstiegzeit pro Person	t =	60 s/Pers.	
Kreisrunder Korb			
Anzahl notwendiger Fahrten	a =	4	
Fahrzeit für Evakuierung aller 20 Mitarbeiter	t =	6496 s	= 108,3 min = 1,80 h
Umstiegzeit	t =	2400 s	= 40 min = 0,67 h
Gesamtzeit zur Evakuierung aller Mitarbeiter	tg	8896 s	= 148,3 min = 2,47 h

Abb. 12: Berechnung Evakuierung vom Förderkorb mittels Hilfsfahrt

Die Berechnung zeigt, dass ein Zeitraum von knapp 2,5 Stunden benötigt wird, um mittels Hilfsfahrt 20 Personen vom Förderkorb nach über Tage evakuieren zu können.

Laut Leistungsverzeichnis sollen mit Hilfe des Fördermittels im Notfall 200 Personen aus dem Bergwerk evakuiert werden. In der nachfolgenden Abbildung ist die Evakuierungsberechnung mit einer mittleren Seilfahranlage dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 41 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Evakuierungsberechnung Förderkorb MSFA			
Teufe	t =	750 m	
Fördergeschwindigkeit	v =	4 m/s	
Personenanzahl	a =	200 Pers.	
Personen Korb (2 Etagen)	a =	20 Pers.	
Fahrzeit mit v = 4 m/s; s = 688 m	t =	172 s	
Fahrzeitverzögerung (Schleichfahrt) v = 0,5 m/s; s = 2 x 31 m	t =	124 s	
Gesamtfahrzeit 1 Förderspiel	t =	592 s	
Auf- & Abstiegzeit pro Person	t =	10 s/Pers.	
Förderkorb			
Anzahl notwendiger Fahrten	a =	10,0	
Fahrzeit für Evakuierung aller 200 Mitarbeiter	t =	5920 s	= 98,67 min = 1,64 h
Umstiegzeit	t =	4000 s	= 66,67 min = 1,11 h
Gesamtzeit zur Evakuierung aller Mitarbeiter	tg	9920 s	= 165,3 min = 2,76 h

Abb. 13: Berechnung Evakuierung aus dem Bergwerk mittels Förderkorb (MSFA)

Für eine Evakuierung wird ein Zeitraum von 2 Stunden, 45 Minuten benötigt.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Evakuierungsberechnung mit einer Hauptseilfahrtanlage bei einer Fördergeschwindigkeit von v = 10 m/s dargestellt.

Evakuierungsberechnung Förderkorb HSFA			
Teufe	t =	750 m	
Fördergeschwindigkeit	v =	10 m/s	
Personenanzahl	a =	200 Pers.	
Personen Korb (2 Etagen)	a =	20 Pers.	
Fahrzeit mit v = 10 m/s; s = 688 m	t =	68,8 s	
Fahrzeitverzögerung (Schleichfahrt) v = 0,5 m/s; s = 2 x 31 m	t =	124 s	
Gesamtfahrzeit 1 Förderspiel	t =	385,6 s	
Auf- & Abstiegzeit pro Person	t =	10 s/Pers.	
Förderkorb			
Anzahl notwendiger Fahrten	a =	10,0	
Fahrzeit für Evakuierung aller 200 Mitarbeiter	t =	3856 s	= 64,27 min = 1,07 h
Umstiegzeit	t =	4000 s	= 66,67 min = 1,11 h
Gesamtzeit zur Evakuierung aller Mitarbeiter	tg	7856 s	= 130,9 min = 2,18 h

Abb. 14: Berechnung Evakuierung aus dem Bergwerk mittels Förderkorb (HSFA)

Für eine Evakuierung wird ein Zeitraum von 2 Stunde und 11 Minuten (20 Personen pro Korb) benötigt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 42 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.5 Höhenschema

Laut TAS ist bei Förderanlagen, welche mit Geschwindigkeiten von $v > 6$ m/s betrieben werden eine freie Höhe und freie Teufe von jeweils $h = 10$ m erforderlich /5/. Bei kleineren Geschwindigkeiten, zum Beispiel bei einer mittleren Seilfahrtanlage, die nur eine Fördergeschwindigkeit von maximal 4 m/s aufweist, könnte die freie Höhe auf 3 m reduziert werden.

Auch bei einer Fahrgeschwindigkeit von nur $v = 4$ m/s könnte es sinnvoll sein, die freie Höhe und freie Teufe auf $h = 10$ m festzulegen. Dies hat den Vorteil, dass eine nachträgliche Auf- bzw. Ausrüstung der Förderanlage mit einer Fördermaschine, welche schneller Verfahren werden kann möglich wäre, ohne größere Umbauten am Förderturm durchführen zu müssen. Des Weiteren erhöht sich dadurch auch die Sicherheit der Schachtförderanlage bei einem "Übertreiben der Fördermaschine", da mit Erhöhung der freien Teufe bzw. freien Höhe auch die Länge des Bremsweges erhöht werden kann. Alternativ zu verdickten Spurlatten können auch SELDA-Anlagen als Übertreibeisicherung eingesetzt werden. Im Falle eines Übertreibens erfolgt bei SELDA-Anlagen das Abbremsen des Fördermittels durch die Umwandlung der Bewegungsenergie (kinetische und potentielle Energie) in Verformungsenergie und Wärme. Dies geschieht durch das plastische Verformen eines dehnfesten Flachmaterials, welches durch frei rotierende Rollen gezogen wird /10/. In der nachfolgenden Abbildung ist eine solche Bremseinrichtung abgebildet.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 43 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

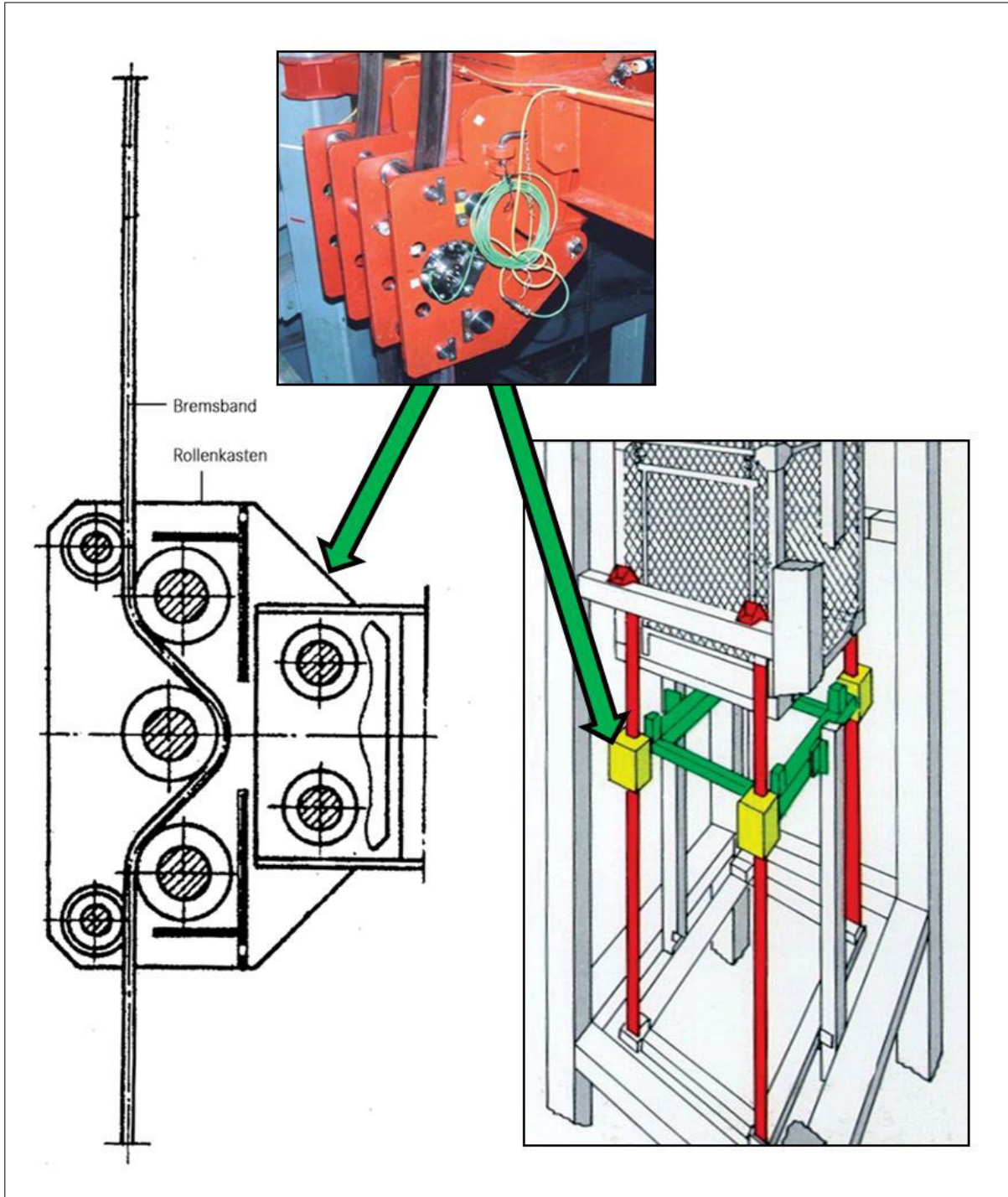


Abb. 15: Funktionsprinzip einer Übertreibeisicherung in Form von SELDA-Bremsanlagen
(Quelle: Siemag Tecberg GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 44 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2.6 Förderturm / Turmgerüst / Fördergerüst

Die Varianten für die Gerüstkonstruktionen an Rasenhängebank sind schon in vorangegangenen Studien bearbeitet worden und werden daher an dieser Stelle nicht näher betrachtet /2/.

Fazit:

Aufgrund des Druckunterschiedes aus dem Wetterstrom, klimatischer Unabhängigkeit und den Betrachtungen unter 2.3.2 wird als Gerüstkonstruktion ein Turmgerüst als vorteilhafteste Variante vorgeschlagen. Auf den nachfolgenden Abbildungen ist ein Turmgerüst dargestellt.

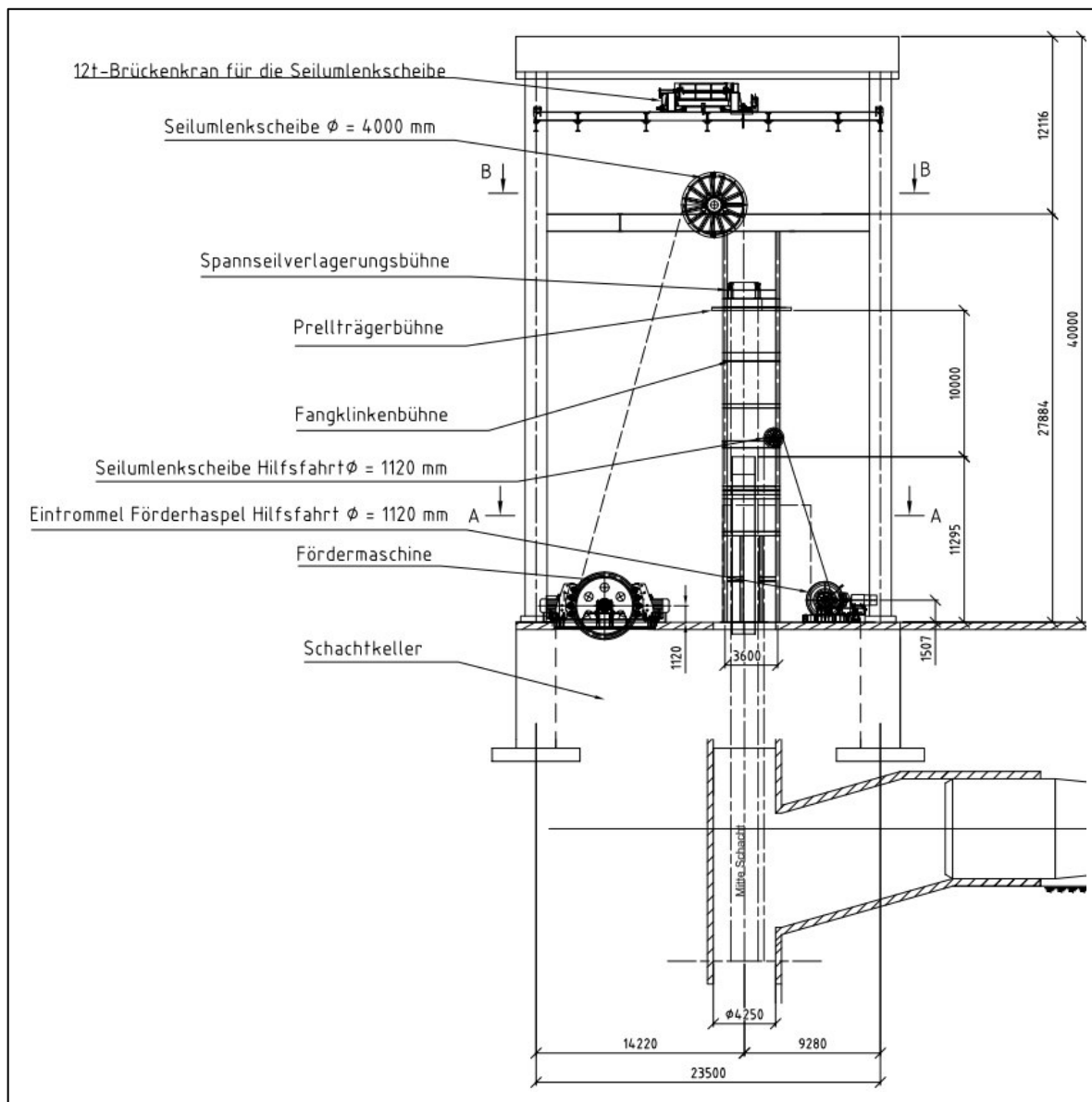


Abb. 16: Beispiel Turmgerüst Schacht Asse 2 (Seitenansicht)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 45 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

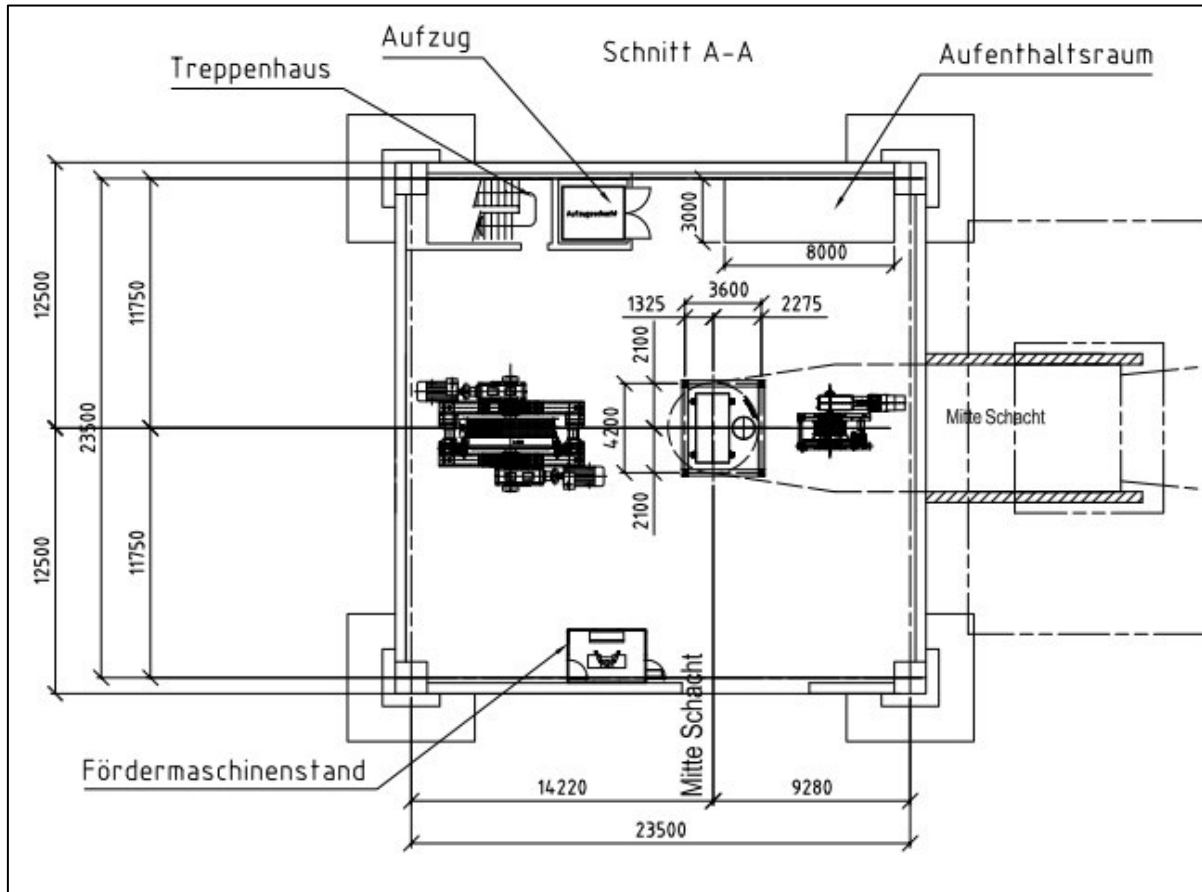


Abb. 17: Beispiel Turmgerüst Schacht Asse 2 (Draufsicht)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 46 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

3 Wettertechnische Untersuchungen

Im Rahmen dieses Variantenvergleichs soll Schacht Asse 2 als einziehender Wetterschacht fungieren und dazu beitragen eine maximale Wettermenge umzusetzen.

3.1 Untersuchungen zur Umsetzung einer maximal möglichen Frischwetterzu- und abfuhr über die Schächte Asse 2, 4 und 5

In diesem Abschnitt erfolgt eine Untersuchung, welche Randbedingungen notwendig sind, damit die maximale Frischwetterzufuhr durch Schacht Asse 2 unter Beachtung der geltenden Vorschriften realisiert werden kann. Dies umfasst ebenfalls die Untersuchung, welche Randbedingungen notwendig sind, damit die Frischwetterabfuhr durch Schacht Asse 5 gewährleistet werden und in wie weit Schacht Asse 4 für die Bewetterung des Bergwerkes genutzt werden kann. Die nachfolgenden Berechnungen sind als vereinfachend zu betrachten, da bei diesen die Fahrgeschwindigkeiten der Fördermittel, die Haftreibungskoeffizienten an den Schachtwänden, die vorherrschende Luftdichte und die Temperaturschwankungen über die gesamte Schachtteufe vernachlässigt wurden. Des Weiteren wurde bei den Berechnungen lediglich der geringste Schachtdurchmesser von Schacht Asse 2 mit $\varnothing = 4,25 \text{ m}$ betrachtet. Bei der vorliegenden Planung wurde aus gebrauchstauglichen Gründen eine maximal vertretbare Wettergeschwindigkeit von $v = 12 \text{ m/s}$ ausgewählt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 47 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Um einen maximalen Wittervolumenstrom realisieren zu können wurden nachfolgende Betrachtungen angestellt:

1. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2 ohne Umbauten (IST-Zustand)
2. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante A
3. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante B
4. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante C
5. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: beraubter Schacht
6. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht, $\varnothing = 1,5$ m
7. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht, $\varnothing = 2,4$ m
8. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht, $\varnothing = 4,5$ m
9. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4 ($\varnothing = 4,5$ m) und Schacht Asse 2 ($\varnothing = 4,25$ m) Schachtscheibenvariante C
10. Maximaler Wittervolumenstrom durch einen neuen Witterschacht ($\varnothing = 6,7$ m)
11. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 5 als ausziehender Witterschacht (im Förderbetrieb)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 48 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

1. Maximaler Wettervolumenstrom im Schacht Asse 2 ohne Umbauten (IST-Zustand):

Wettermenge im Schacht Asse 2	=	103,0 m ³ /s
	=	6180,0 m ³ /min
Abmessung Korb:		
2320 x 1220 mm	=	2,8 m ²
Abmessung Konter:		
1650 x 650 mm	=	1,1 m ²
Abmessung Hilfsfahrkorb:		
1150 x 650 mm	=	0,7 m ²
Fläche Schachteinbauten:	=	0,8 m ²
Spurlatten		
150 x 167 mm	=	0,2 m ²
Einstriche und Konsolen	=	0,7 m ²
Schachtdurchmesser		4,25 m
Schachtquerschnitt, kompl.	=	14,1 m ²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle	=	8,6 m ²
Wettergeschwindigkeit	=	12,0 m/s

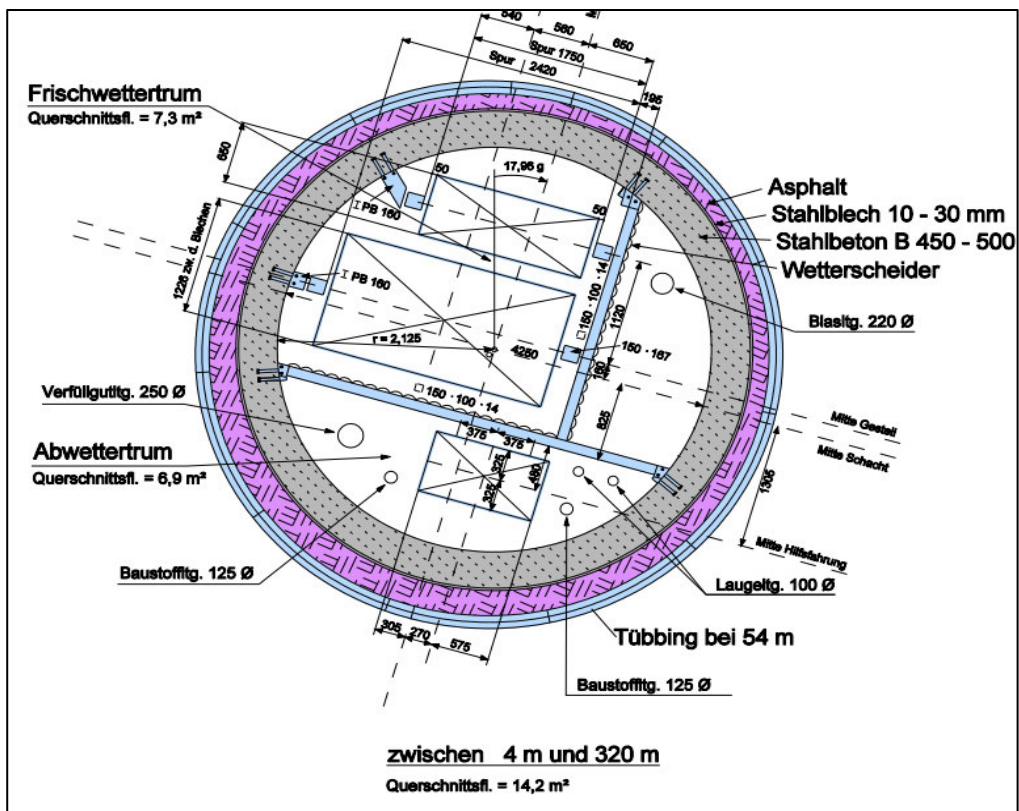


Abb. 18: Schacht Asse 2 Schachtscheibe Ist-Zustand /8/

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 49 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante A

Wettermenge im Schacht Asse 2 = 105,0 m³/s
= 6300,0 m³/min

Abmessung Korb 3270 x 1570 mm = 5,1 m²

Seilführung 4 x 0,045 mm = 0,2 m²

Schachtdurchmesser 4,25 m
Schachtquerschnitt, kompl. = 14,1 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 8,8 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0 m/s**

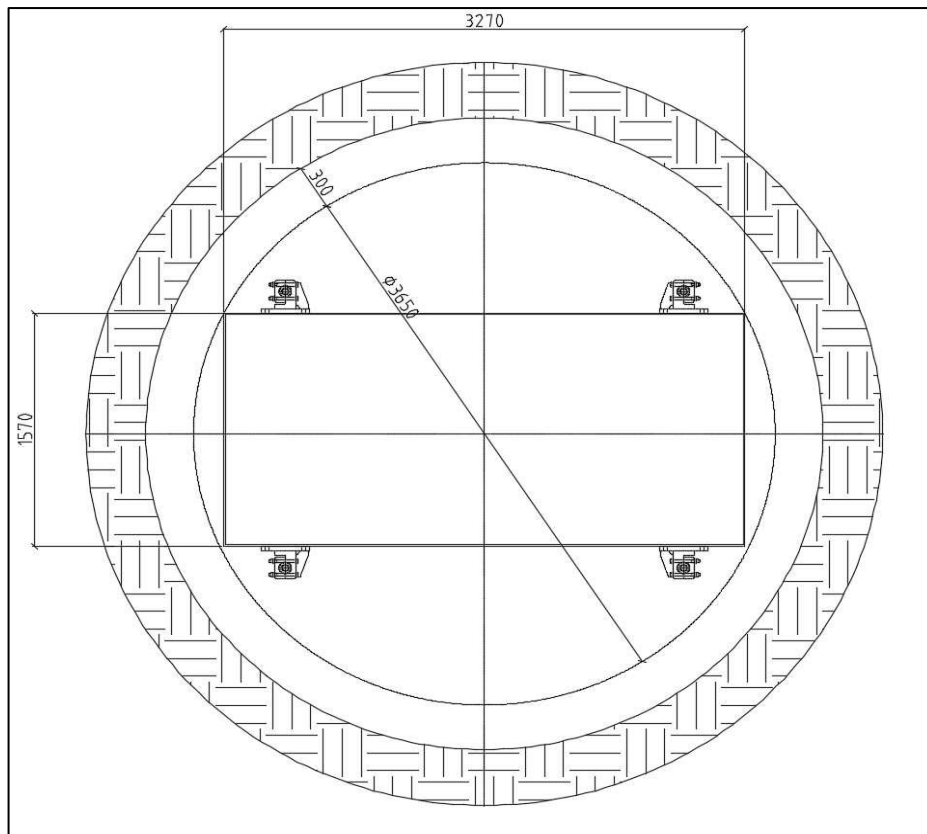


Abb. 19: Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante A

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 50 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

3. Maximaler Wettervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante B

Wettermenge im Schacht Asse 2 = 88,5 m³/s
 = 5310,0 m³/min

Abmessung Korb: 3270 x 1570 mm = 5,1 m²

Abmessung Konter: 497 x 1570 mm = 0,8 m²

Fläche Schachteinbauten (Einstriche Spurlatten etc.) = 0,8 m²

Schachtdurchmesser = **4,25 m**
 Schachtquerschnitt, kompl. = 14,1 m²
 freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 7,4 m²
 Wettergeschwindigkeit = **12,0 m/s**

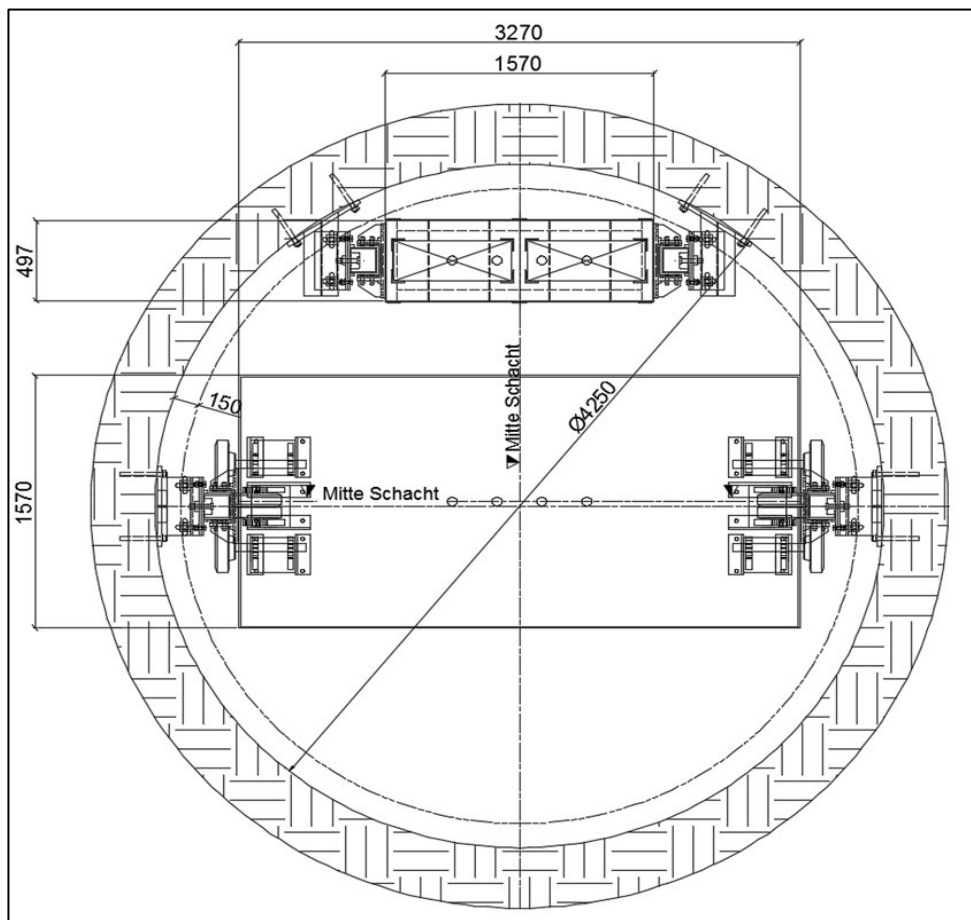


Abb. 20: Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante B

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 51 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

4. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: Schachtscheibenvariante C

Die Schachtscheibenvariante C ist für einen maximalen Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2 ausgelegt. Der Korb hat die minimal erforderlichen Abmessungen und ist an Seilen geführt. Dadurch entfallen zusätzliche Luftwiderstände von Einstrichen und Konsolen.

Wettermenge im Schacht Asse 2 = 136,8
= 8208

Abmessung Korb: 2500 x 1000 mm = 2,5

Seilführung: 4 x 0,045 mm = 0,2

Schachtdurchmesser 4,25
Schachtquerschnitt, kompl. = 14,1
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 11,4
Wettergeschwindigkeit = **12,0**

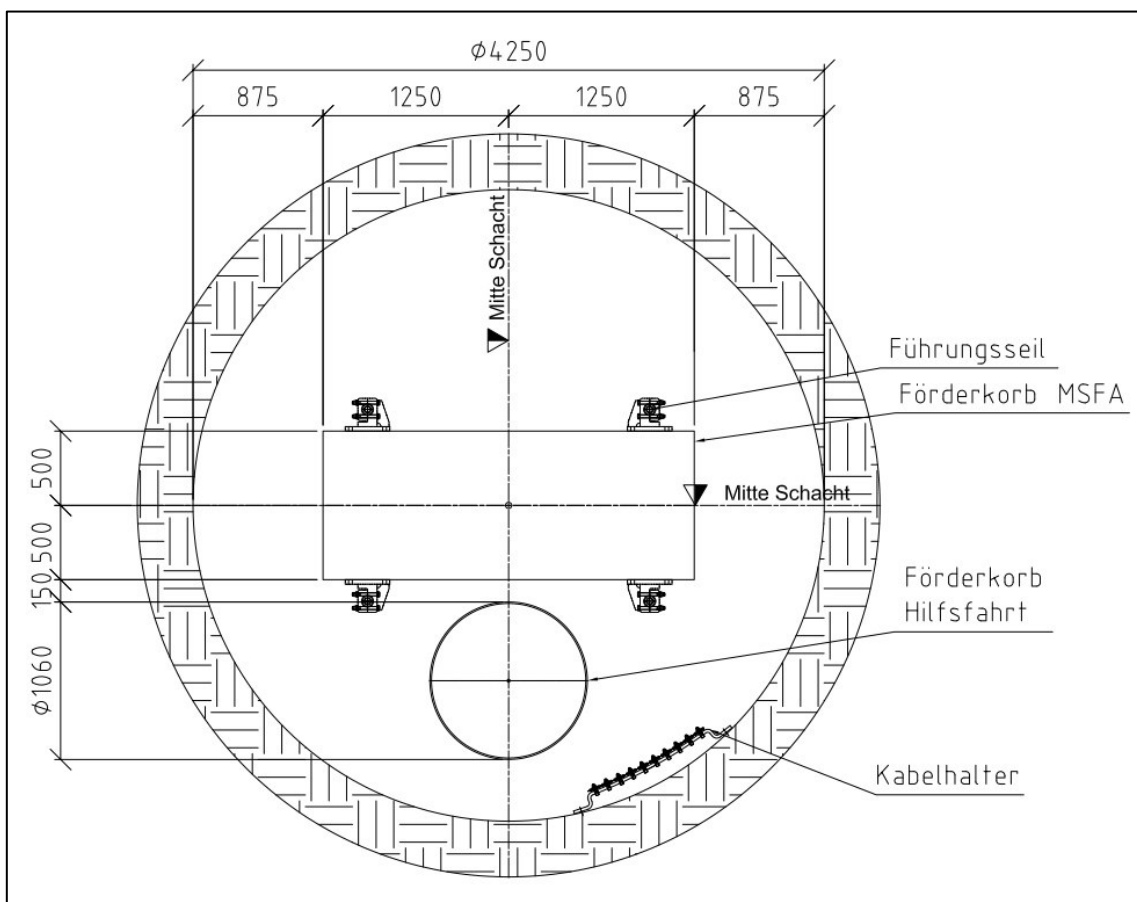


Abb. 21: Schacht Asse 2 Schachtscheibenvariante C

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 52 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

5. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 2: beraubter Schacht

Wettermenge im Schacht Asse 2 = 169,0 m³/s
= 10140,0 m³/min

Schachtdurchmesser = **4,25 m**
Schachtquerschnitt, kompl. = 14,1 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 14,1 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0 m/s**

6. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht ø = 1,5 m

Schachtdurchmesser = **1,5 m**
Wettermenge im Schacht Asse 4 = 21,2 m³/s
= 1272,0 m³/min
Schachtquerschnitt, kompl. = 1,8 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 1,8 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0 m/s**

7. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht ø = 2,4 m

Schachtdurchmesser = **2,4**
Wettermenge im Schacht Asse 4 = 54,1
= 3246,0
Schachtquerschnitt, kompl. = 4,5
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 4,5
Wettergeschwindigkeit = **12,0**

8. Maximaler Wittervolumenstrom im Schacht Asse 4: beraubter Schacht ø = 4,5 m

Schachtdurchmesser = **4,5 m**
Wettermenge im Schacht Asse 4 = 191,0 m³/s
= 11460,0 m³/min
Schachtquerschnitt, kompl. = 15,9 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 15,9 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0 m/s**

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 53 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

9. Maximaler Wettervolumenstrom durch Schacht Asse 4 ($\varnothing = 4,5$ m) und Schacht Asse 2 ($\varnothing = 4,25$ m) Schachtscheibenvariante C

Nach Prüfung der vorliegenden Bewetterungsvarianten könnte die Bewetterung auch über zwei Schächte (Schacht Asse 2 & 4) realisiert werden, wobei dem in dieser Betrachtung komplett beraubten und auf $\varnothing = 4,5$ m erweiterten Schacht Asse 4 die größeren Wettermengen zugeführt würden. Diese Betrachtung ist eine theoretisch denkbare Variante um die Frischwettermenge zu erhöhen, beinhaltet jedoch keine Aussagen über die Machbarkeit einer Schachterweiterung oder der damit verbundenen Risiken. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind nachfolgend dargestellt.

Wettermenge im Schacht Asse 2 = 137,0 m³/s
= 8220,0 m³/min

Abmessung Korb
2500 x 1000 mm = 2,5 m²

Seilführung
4 x 0,045 mm = 0,2 m²

Schachtdurchmesser **4,25 m**

Schachtquerschnitt, kompl. = 14,1 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 11,4 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0** m/s


Schachtdurchmesser **4,5 m**

Wettermenge im Schacht Asse 4 = 191,0 m³/s
= 11460,0 m³/min

Schachtquerschnitt, kompl. = 15,9 m²
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 15,9 m²
Wettergeschwindigkeit = **12,0** m/s

Aus dieser Berechnung geht hervor, dass bei dieser Variante eine Gesamtwettermenge von ca. $Q_{\text{Wetter}} = 20000$ m³/min erzielt werden kann.

In diesem Zusammenhang wird auf eine Untersuchung der BGE im Zuge der Rückholungsplanung von radioaktiven Abfällen aus dem Asse-Grubengebäude verwiesen. Hierbei wurde unter anderem die Ertüchtigung der Schächte Asse 2 und Asse 4 bzw. Asse 4 zum Zwecke der Rückholung unabhängig von der Ertüchtigung der Schächte für den Offenhaltungsbetrieb untersucht und bewertet. Die Untersuchung kam zu dem Schluss, dass die beiden Schächte Asse 2 und Asse 4 hierfür massiv erweitert werden müssten, was

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 54 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

schachtbautechnisch wohl realisierbar wäre, angesichts der geologischen Situation im Deckgebirge der beiden Schächte aber als sehr anspruchsvoll im Hinblick auf Kosten und Zeitaufwand einzustufen ist. Da aufgrund dieser Erweiterungsmaßnahmen der beiden Schächte weder ein zeitlicher noch ein technischer oder wesentlich wirtschaftlicher Vorteil abgeleitet werden konnte, wurde eine derartige Ertüchtigung von Schacht Asse 2 und Schacht Asse 4 nicht weiterverfolgt /11/.

10. Maximaler Wittervolumenstrom durch einen neuen Wetterschacht ($\varnothing = 6,7 \text{ m}$)

Aus dem Bericht "Randbedingungen für die Weiterführung der Konzeptplanung zur Langfristigen Ertüchtigung des Schachtes Asse 2 aus Sicht der Asse GmbH" geht hervor das untersucht werden soll, unter welchen Bedingungen ein Wittervolumenstrom von $Q_{\text{Wetter}} = 25000 \text{ m}^3/\text{min}$ realisiert werden kann /4/. Begründet dadurch wurde die nachfolgende Betrachtung angestellt:

Sollte sich herausstellen, dass ein Wittervolumenstrom von $Q_{\text{Wetter}} = 25000 \text{ m}^3/\text{min}$ erforderlich ist, um die radioaktiv kontaminierten Gebinde aus dem Asse Grubengebäude zurückzuholen, so bestünde die Möglichkeit einen neuen Schacht zu teufen, welcher als Wetterschacht fungiert. Mit einem Durchmesser von $\varnothing = 6,7 \text{ m}$ würde sich bei einer umzusetzenden Wettermenge von $Q_{\text{Wetter}} = 25000 \text{ m}^3/\text{min}$ eine Wettergeschwindigkeit von ca. $V_{\text{Wetter}} = 42,6 \text{ km/h} = 11,8 \text{ m/s}$ einstellen.

Schachtdurchmesser	=	6,7 m
Wettermenge im Schacht	=	422,0 m^3/s
	=	25416,0 m^3/min
Schachtquerschnitt, kompl.	=	35,3 m^2
freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle	=	35,3 m^2
Wettergeschwindigkeit	=	12,0 m/s

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 55 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

11. Maximaler Wettervolumenstrom im Schacht Asse 5 als ausziehender Wetterschacht (im Förderbetrieb)

Da zukünftig Schacht Asse 2 als einziehender Wetterschacht fungieren soll, wurde die noch zu erstellende Schachtförderanlage Asse 5 als ausziehender Wetterschacht geplant. Schacht Asse 5 verfügt über 2 Schachtförderanlagen und einen Schachtdurchmesser von $\varnothing = 8,0$ m. In der nachfolgenden Abbildung ist beispielhaft die Schachtscheibe von Schacht Asse 5 dargestellt. Die Schachtscheibe hat einen extra Trum für radiologisch kontaminierte Abwetter.

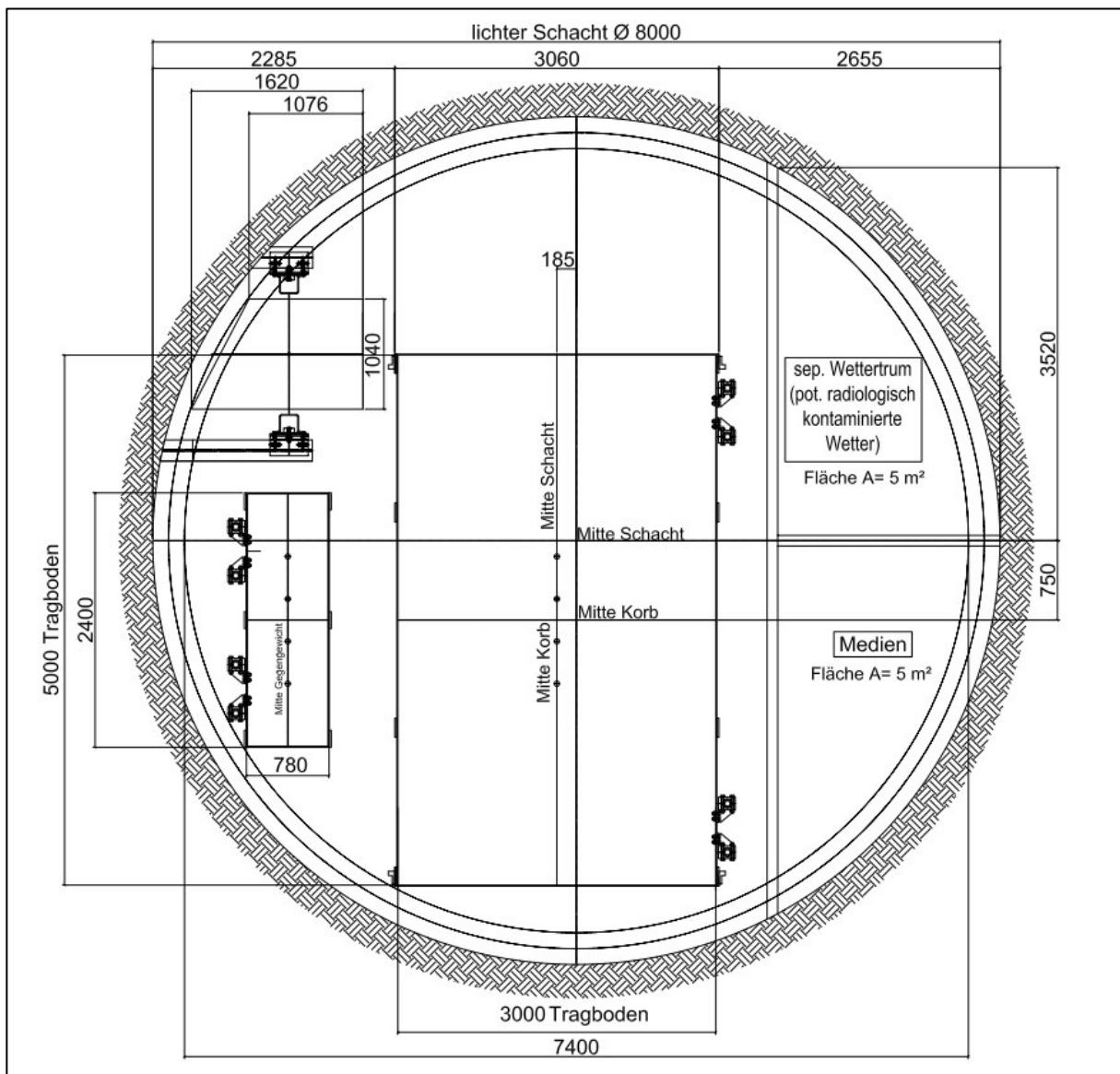


Abb. 22: Schachtscheibe Schacht Asse 5 /2/

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 56 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt.

Wettermenge im Schacht Asse 5 (komplett) = **422,9 m³/s**
= 25375,0 m³/min

Abmessung Korb HSFA
3000 x 5000 mm = 15,0 m²

Abmessung Konter
780 x 2400 mm = 1,9 m²

Abmessung Korb MSFA = 1,4 m²

Fläche Trennwand + Schachteinbauten
+ Führungseilvorrichtungen = 1,7 m²

Schachtquerschnitt, kompl. = 50,2 m²

Freier Schachtquerschnitt an der Begegnungsstelle = 30,2 m²

Fläche pot. radioaktiv kontaminierte Abwetter = 5,0 m²

Pot. radioaktiv kontaminierte Abwetter = 3600,0 m³/min
= 60,0 m³/s

Radioaktiv nicht kontaminierte Abwetter Gesamt = 21775,0 m³/min
= 362,9 m³/s

Schachtdurchmesser = **8,0 m**

Wettergeschwindigkeit pot. radioaktiv kontaminierte Wetter = **12,0 m/s**

Wettergeschwindigkeit nicht kontaminierter Wetter = **12,0 m/s**

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2




BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 57 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

3.2 Zusammenstellung der Wettermengen

Tab. 4: Übersicht der Wettermengen zu den untersuchten Bewetterungsvarianten

Nr.	Schacht	Durchmesser	Variante	Wetterge- schwindigkeit	Machbar- keit	Wetter- menge
		[m]		[m/s]		[m ³ /min]
Bewetterung nur durch Schacht Asse 2						
1.	Asse 2	4,25	IST-Zustand	12,0	einfach	6180,0
2.	Asse 2	4,25	Variante A	12,0	einfach	5310,0
3.	Asse 2	4,25	Variante B	12,0	einfach	6300,0
4.	Asse 2	4,25	Variante C	12,0	einfach	8220,0
5.	Asse 2	4,25	beraubt	12,0	einfach	10140,0
Bewetterung nur durch Schacht Asse 4						
6.	Asse 4	1,50	beraubt	12,0	einfach	1272,0
7.	Asse 4	2,40	beraubt	12,0	aufwendig	3246,0
8.	Asse 4	4,50	beraubt	12,0	aufwendig	11460,0
Bewetterung durch Schacht Asse 2 und Schacht Asse 4						
9.	Asse 2	4,25	Variante C	12,0	einfach	8220,0
	Asse 4	4,50	beraubt	12,0	aufwendig	11460,0
					Gesamt =	19680,0
Bewetterung durch einen neuen Schacht						
10.	Neuer Schacht	6,70	neuer Wetterschacht	12,0	aufwendig	25320,0
Abwetter durch Schacht Asse 5						
11.	Asse 5	8,00	radioaktiv kontaminiert	12,0	aufwendig	3600,0
	Asse 5	8,00	radioaktiv nicht kontaminiert	12,0	aufwendig	21775,0

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 58 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

4 Ausbautechnische Untersuchungen

4.1 Allgemeines

Im Jahr 2017, nach mehr als 111 Jahren Standzeit des Schachtes Asse II und der originalen Mauerwerks- und Gusseisentübbingauskleidung sind bereits gebirgsmechanische Einflüsse und Alterungseinflüsse ersichtlich. Welche Einflüsse aus der Bewitterung stattgefunden haben könnten, wird nachfolgend näher erläutert. Es werden die Randbedingungen und Kriterien zur Gebrauchstauglichkeit der Schachtauskleidung benannt. Anschließend wird eine Übersicht der Untersuchungskriterien im Rahmen der maßgeblichen wettertechnischen Einflüsse aufgezeigt. Abschließend werden Empfehlungen zu möglichen Untersuchungen und Maßnahmen gegeben.

4.2 Ist-Zustand und Datenlage zur Schachtauskleidung

Der Schacht Asse II wurde ursprünglich bis ca. 10 m Teufe mit Mauerwerk ausgekleidet und innerhalb des Mauerwerksabschnittes, von 5,06 m bis 415,26 m wurde die Schachtröhre mit einem Gusseisentübbing und Betonhinterfüllung ausgekleidet. Der gusseiserne Tübbing wurde bis zum Jahr 1906 im Schacht Asse montiert und gewährleistet seitdem die Offenhaltung des lichten Schachtdurchmessers von ursprünglich 5500 mm, sowie die Abdichtung gegen Gebirgswasserzutritte.

Zu erwähnen ist hierbei, dass der sog. deutsche Gusseisentübbing zur Verwendung im Schachtbau erst im Jahr 1936 normiert wurde. Vorher gab es hierzu keine einheitlichen Qualitätsanforderungen hinsichtlich Maße, Toleranzen und Werkstoffeigenschaften. Zur Zeit der Schachterstellung war es den Gießereien noch nicht möglich, dass Gusseisen in großen Chargen einheitlicher Güte zu liefern. Die mechanischen Festigkeitseigenschaften des Gusseisens hängen stark von der chemischen Gefügezusammensetzung ab. Aufgrund der mangelnden Daten, kann aus Vergleichskennwerten der Gusseisentübbinge in den Jahren 1905 bis 1914 eine Mindestqualität GG10 für Gusseisen angenommen werden. Die Thyssen Schachtbau GmbH hat hierzu aus eigenen Materialuntersuchungen vergleichbarer Schächte und historischer Daten die Möglichkeit, fundierte Vergleichsdaten zu liefern. Die Betonhinterfüllung der Tübbingsäule wurde vor der Einführung der DIN 1045 zumeist mit einem heute vergleichbaren Normalbeton C30/37 geplant. Materialuntersuchungen entnommener Beton-Proben historischer Tübbingschächte zeigen hierbei meist eine deutliche Entmischung von Zuschlagstoffen und Zementleim, sowie eine chemisch bedingte Entfestigung oder Auswaschungen durch den Einfluss von Gebirgswässern. In Teufenbereichen ohne Gebirgswasserzutritt können die mechanischen Eigenschaften eines Normalbeton C20/25 als Vergleichskennwerte angesetzt werden. Alterungsbedingt und korrosionsbedingt kann für den Gesamtbereich der Tübbinghinterfüllung eine abgeminderte Betondruckfestigkeit von 15 MPa als Vergleichskennwert angenommen werden.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Ltd. Nr.	Rev.	Seite: 59 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Im Verlauf der bisherigen Schachtnutzungsdauer wurden bis 1968 mehrere Feuchtstellen und Wasserzutritte in der Tübbingsäule festgestellt. Es ist davon auszugehen, dass hierzu entsprechende Wartungsarbeiten im Schacht Asse II durchgeführt worden sind, jedoch keine schriftliche Dokumentation dazu vorliegt. Im Jahr 1969 wurde nach entsprechender Planung eine Betonvorbausäule mit wasserdichtem Stahlblechmantel im Teufenbereich 5,06 m bis 318,95 m mit 38,5 cm Betondicke und 10 bis 30 mm Blechstärke eingebaut. Dies gewährleistet bis heute im Jahr 2017 und fortlaufend die Funktion der Wasserabdichtung gegenüber Gebirgswasserzutritten in den Schacht. Der Beton der Vorbausäule hat bis 218,5 m Teufe die Eigenschaften eines B450 und ab 218,5m Teufe die Festigkeitseigenschaften eines B500 und weist augenscheinlich einen guten bis sehr guten Zustand ohne erkennbare Korrosionsschäden auf.


Die Kontaktfuge zwischen Stahlblechmantel und Tübbingausbau wurde mit Asphalt, Wichte $\gamma = 1,3 \text{ t/m}^3$ befüllt, um ungleichförmige horizontale Gebirgseinwirkungen in der Vorbausäule zu vergleichmäßigen, die Abdichtfunktion zu unterstützen und die Korrosion des Stahlblechmantels zu verhindern. Der Dichtring, Tragring und das Widerlager der Vorbausäule befinden sich im Teufenbereich von 318,95 m bis 325,56 m. Die Vorbausäule verringert den lichten Schachtdurchmesser im Teufenbereich von 5,06 m bis 318,95 m von 5,5 m auf 4,25 m.

Die vorliegende Schachtscheibe ist durch einen Wetterscheider in ein Frisch- und Abwettertrum unterteilt, was die Korrosion und Temperatureinwirkung auf den bestehenden Schachtausbau in unterschiedlicher Weise beeinflusst.

Unterhalb der Tübbingsäule, ab 415,26 m Teufe bis 498,56 m befindet sich ein ca. 78 cm dicker Mauerwerksausbau im Schacht Asse II. Die mechanischen Eigenschaften der Hinterfüllung sind hier nicht bekannt. Das Mauerwerk selbst besteht aus Mauerziegeln VMZ250 mit Fugenmörtel, der Mörtelgruppe III. Ab einer Teufe von 498,56 m wurde das Mauerwerk beraubt und das anstehende Jüngere Leinsteinsalz mit Spreizhülsenankern und Maschendrahtverzug gesichert.

Im Teufenbereich von 599,65 m befindet sich ein Ringfundament mit einer Gesamthöhe von 2,5 m inkl. Stützring.

Ab ca. 627 m Teufe bis 730 m Teufe wurde das anstehende Gebirge, hier Carnallit ebenfalls mit Anker und Netzverzug gesichert. Hier zeigen sich deutlich höhere Stoßschiebungen und die Korrosion der Gebirgsanker. Ab 730 m Teufe ist das anstehende Steinsalz ebenfalls durch Gebirgsanker und Maschendrahtverzug gesichert, jedoch deutlich standfester. In den Teufenbereichen der Füllorte zeigen sich deutliche Einflüsse durch Stoßschiebungen, aufgrund von Spannungsumlagerungen.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 60 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

4.3 Erforderliche Randbedingungen und Parameter für einen konkreten Standsicherheitsnachweis


Nachfolgend werden Parameter und Randbedingungen aufgelistet, welche benötigt werden um konkrete Angaben über die Belastungen auf die Schachtsäule tätigen zu können:

- Teufenabhängige vorhandene horizontale Gebirgseinwirkung
- Horizontale Gebirgsspannungsfelder aus Gleitkeilbildung und Ungleichförmigkeit der Gebirgsspannung
- Eigenschaften der Lithotypen im Schachtprofil: u.a. E-Modul, Druckfestigkeit, Querdehnung, Kohäsion, Reibwinkel, Kriechparameter, Quellvermögen, spezifische Wärmekapazität,
- Bereits erfolgte Beträge der Gebirgssenkungen
- Geothermische Teufenstufe, Temperaturverteilung im Gebirge
- Hydrogeologische Situation des Deckgebirges: Grundwasserleiter, Sättigung, Mineralisierung
- Gemessene lichte horizontale Schachtquerschnitte
- Mechanische und chemische Materialeigenschaften der Schachtauskleidung
- Angaben zu bisherigen Wettermengen und Wassertemperaturen
- Minimale und maximale Wassertemperaturen und Feuchte

4.4 Empfehlungen zu Untersuchungen für den rechnerischen Nachweis hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit der Schachtauskleidung

Zunächst sollte eine fundierte Datenbasis der gebirgsmechanischen Kennwerte der Lithotypen des Deckgebirges zusammengetragen werden. Zusätzliche Daten können hierbei auch durch Konvergenzmessungen und Spannungsmessungen des Schachtquerschnittes genutzt werden. Nach der Ermittlung der charakteristischen Gebirgskennwerte sollten die horizontalen, auf die Schachtauskleidung einwirkenden Gebirgslasten ermittelt werden. Die hydrogeologischen Daten sind hierbei ebenfalls zu berücksichtigen.

Mit zerstörungsfreien Prüfverfahren, sowie Probeentnahmen können für die Tragfähigkeit relevante Schalen der Schachtauskleidung hinsichtlich der mechanischen und chemischen Eigenschaften untersucht werden. Insbesondere für den Gusseisentübbing sollten hierzu die aktuellen tragfähigen Wandstärken und Korrosion ermittelt werden (oxidative Korrosion). Um die Festigkeitsparameter des vorhandenen Betons und der Gusseisen zu ermitteln, könnte

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 61 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

aus festzulegenden Teufenbereichen Probematerial für Laboruntersuchungen entnommen werden. Hierbei können ebenfalls Aussagen zur chemischen Korrosion der Schachtauskleidung getroffen werden. Hierzu gehören auch prognostische Berechnungen für die erweiterte Nutzungsdauer von zusätzlich 40 Jahren.

Mit den Ergebnissen der Materialuntersuchungen kann die vorhandene Tragfähigkeit der Schachtauskleidung im vorhandenen Gebirgsspannungsfeld ermittelt und bewertet werden.

In nachfolgenden Schritten erfolgen die Tragfähigkeitsnachweise und Prognoseberechnungen für die entstehenden zusätzlichen Temperaturspannungen aus der Bewetterung.

Die Bewetterung kann zu einer erhöhten Korrosion von Teilbereichen oder der Schachtauskleidung sorgen. Hierzu kann ebenfalls eine Prognoseberechnung der Tragfähigkeit erfolgen.

Außerdem sollte der Feuchtigkeitseinfluss der Frischwetter auf die Standfestigkeit des mit Ankern und Maschendraht gesicherten salinaren Gesteins gesondert untersucht werden.

4.5 Stabilität des Schachtausbaus generell (Alterungsbeständigkeit) sowie unter veränderten wettertechnischen Bedingungen (vgl. zu 2)

Zu untersuchen wäre, in welcher Größenordnung und Art ggf. Nachsetzungen aus dem Altbergbau auf den Schacht 2 noch einwirken können. Aus den vorliegenden Messergebnissen und Berichten zu vorhandenen Tagessenkungen sind aktuell keine Nachsetzungen erkennbar. Hier könnten Szenarien mit Teilflutung, das Absaufen des Grubengebäudes, Schutzfluid und natürliche Auslaugungs- und Subrosionsvorgänge betrachtet werden und in einer prognostischen Berechnung der Einfluss auf die Schachtauskleidung dargestellt werden.

4.6 Schachtausbau entsprechend den für die Betriebsphase Rückholung zu erwartenden Brandschutzanforderungen ertüchtigen.

Zunächst ist ein Kriterienkatalog zu den Brandschutzvorgaben zu erstellen. Hierzu gehören auch die kritischen Szenarien eines Brandfalles. Die Zielvorgaben zur Brandbeständigkeit hinsichtlich Expositionsdauer und Brandtemperatur sind zu definieren.

Beispielsweise werden im Tunnelbau hierfür numerische Simulationen und Maßstabsversuche für verschiedene Baustoffe durchgeführt. Für Auskleidungen von Bergwerksschächten erfolgt dies indirekt durch die bergbehördliche Zulassung der einzelnen Baustoffe für den untertägigen Bereich.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 62 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel dieser Ausarbeitung war es, einen Variantenvergleich zum Einbezug von Schacht ASSE 2 in die Rückholung der radioaktiv kontaminierten Abfälle aus dem Grubengebäude zu erstellen. Als maßgebende Randbedingung wurde angegeben, dass durch den Schacht Asse 2 eine maximal einziehende Wettermenge erzielt werden sollte.

Folgende Erkenntnisse haben sich aus den wettertechnischen Untersuchungen ergeben:

- Die maximale Wettermenge bei gleichzeitiger Schachtförderung durch den Schacht 2 beträgt bei der Schachtscheibenvariante C Q = 8220 m³/min.
- Auch bei der reinen Nutzung des Schachtes als Wetterschacht würden bei einem Durchmesser von 4,25 m sehr hohe Wettergeschwindigkeiten entstehen
- Um eine einziehende Wettermenge von 25.000 m³/min zu erreichen, ist es notwendig einen weiteren einziehenden Wetterschacht mit einzubeziehen. Ein neuer Wetterschacht müsste einen Durchmesser von ca. 6,7 m aufweisen, um den angegebenen Wetterstrom bei einer Wettergeschwindigkeit von 12 m/s zu gewährleisten und gleichzeitig regelmäßige Befahrungen durchführen zu können.
- Wettertechnisch ist im Schacht Asse 2 eine Trommelfördermaschine mit Seilführung des Fördermittels bei gleichzeitiger Minimierung der Fördermittelgrundfläche am sinnvollsten.
- In der Konzeptplanung zu den standortunabhängigen Faktoren von Schacht Asse 5 wird geplant einen Grubenlüfter zur Evakuierung der kontaminierten Abwetter einzusetzen. /2/ Aus Sicht des Planers ergibt sich daraus die Empfehlung das Grubengebäude saugend über Schacht Asse 5 zu bewettern und den Grubenlüfter (25000 m³/min /4/) in dem Abwetterbauwerk für Schacht ASSE 5 zu integrieren, so dass die blasende Bewetterung über Schacht Asse 2 entfallen würde.
- Durch die Minimierung der zu befördernden Personenanzahl wird die Querschnittsfläche des Korbes reduziert wodurch die Wettergeschwindigkeiten im Schacht verringert werden können.

Folgende Erkenntnisse haben sich aus den fördertechnischen Untersuchungen ergeben:

- Aufgrund klimatischer und wettertechnischer Faktoren ist ein Förderturm bzw. ein Turmgerüst einem Fördergerüst vorzuziehen. Außerdem wird keine zusätzliche Maschinenhalle benötigt.
- Aus wettertechnischer Sicht ist es sinnvoll, eine Seilführung bei gleichzeitigem Einsatz einer Trommelfördermaschine einzusetzen, da durch den Wegfall des Gegengewichtes und der Schachteinbauten der freie Querschnitt für die Wetter maximiert wird. Allerdings wäre bei einer späteren schrittweisen Verfüllung des Schachtes der

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 63 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Rückbau von Spurlatten einfacher als ein ständiges Umsetzen der Spannseilverlagerung bzw. das Einkürzen und Höherhängen der Spangewichte.

- Die Belastung des Förderturmes ist bei einer Spurlattenführung aufgrund der fehlenden Spannseilverlagerung geringer. Bei Verfüllarbeiten ist eine Trommelförderung einer Koepeförderung vorzuziehen.
- Da die Hauptförderung bzw. Hauptseilfahrt durch den Schacht Asse 5 erfolgen soll, ist es aus kosten- und wartungstechnischen Gründen am sinnvollsten im Schacht Asse 2 nur eine mittlere Seilfahrtanlage inklusiv einer Hilfsfahreinrichtung einzusetzen. Beim Einsatz einer mittleren Seilfahrtanlage kann die freie Höhe von 10 m auf 3 m reduziert werden. Dadurch könnte der Förderturm 7 m kleiner ausgeführt werden.

Folgende Erkenntnisse haben sich aus den schachtausbautechnischen Untersuchungen ergeben:

- Um den derzeitigen Schachtausbau neu zu berechnen und zu bewerten sind konkrete Materialeigenschaften des vorhandenen Ausbaus erforderlich. Hierfür müssen Proben entnommen und auf ihre Materialeigenschaften getestet werden. Außerdem muss ein gebirgsmechanisches Gutachten erstellt werden, aus dem die Belastung auf den Schachtausbau infolge Gebirgsdruck, Wasserdruck und Temperatur hervorgeht.
- Zur Beurteilung und Analyse des Schachtausbaus infolge der neuen Wettermengen für die nächsten 40 Jahre ist eine Angabe zu bisherigen Wettermengen und Wassertemperaturen erforderlich. Dazu gehören minimale und maximale Wassertemperaturen und Angaben zur Feuchte im Schacht /10/.
- Es ist anzunehmen, dass bei einer Änderung bzw. Umkehrung der Wetterführung nach Jahrzehnten Temperaturunterschiede entstehen, was negative Auswirkungen auf die Baumaterialien des Schachtausbaus haben wird. Temperaturänderungen führen zu Spannungen und damit Verformungen im Schachtausbau, was im Bereich wasserführender Schichten Undichtigkeiten im Schachtausbau hervorrufen kann. Mit Hilfe von Injektionen könnten diese Undichtigkeiten abgedichtet werden. Führt dies nicht zum Erfolg, könnte auch eine neue Vorbausäule eingebaut werden, was darin resultiert, dass sich die Schachtquerschnitte verringern. Darüber hinaus könnte es durch einen erhöhten Wettervolumenstrom auch zu vermehrten Ablagerungen am Schachtausbau kommen, was wiederum einen erhöhten Reinigungsaufwand mit sich führt. Um hierzu detailliertere Aussagen treffen zu können, sind weiterführende Untersuchungen notwendig, welche in einer nachfolgenden Planungsphase durchgeführt werden sollten.
- Für den Brandschutz ist ein Kriterienkatalog zu erstellen.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 64 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

6 Darstellung der Vorzugsvariante

Im Folgenden wird die Vorzugsvariante zur Ertüchtigung der SFA Schacht Asse 2 zusammengefasst vorgestellt.

Fördergerüst: Turmgerüst

Seilfahranlage: Mittlere Seilfahranlage (MSFA)

Fördergeschwindigkeit 4 m/s

Führungseinrichtung: Seilführung

Fördermaschine: Eintrommelförderhaspel

Fördergestell: 2-etagiges Fördergestell, Innenmaß 2500x1000 mm

Nutzlast 20 Personen

Hilfsfahranlage: Eintrommelförderhaspel

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 65 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

7 Konzeptplanung der Vorzugsvariante

Im folgenden Kapitel wird die Vorzugsvariante, die sich aus dem Variantenvergleich ergeben hat, mechanisch und elektrisch vorgestellt. Dazu gehören der Förderturm mit den Fördermaschinen, die Seilscheiben, die Fördermittel und die technischen Daten zu den Seilfahranlagen.

Bei dem geplanten Wetterkonzept muss die Dichtigkeit und Standsicherheit des Schachtausbaus berücksichtigt werden. Zudem muss überprüft werden, ob der Schachtausbau der größeren Wettermenge und den geänderten klimatischen Verhältnissen standhält. Hierbei muss untersucht werden, ob die Änderung von Temperatur und Feuchtigkeit durch Umstellung der Wetterführung negative Auswirkungen auf den neuen bzw. bereits vorhandenen Schachtausbau haben. Diese Untersuchung ist nicht Bestandteil dieser Planungsphase. Die Ausarbeitung erfolgt in der nächsten Planungsstufe.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 66 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Höhenschema

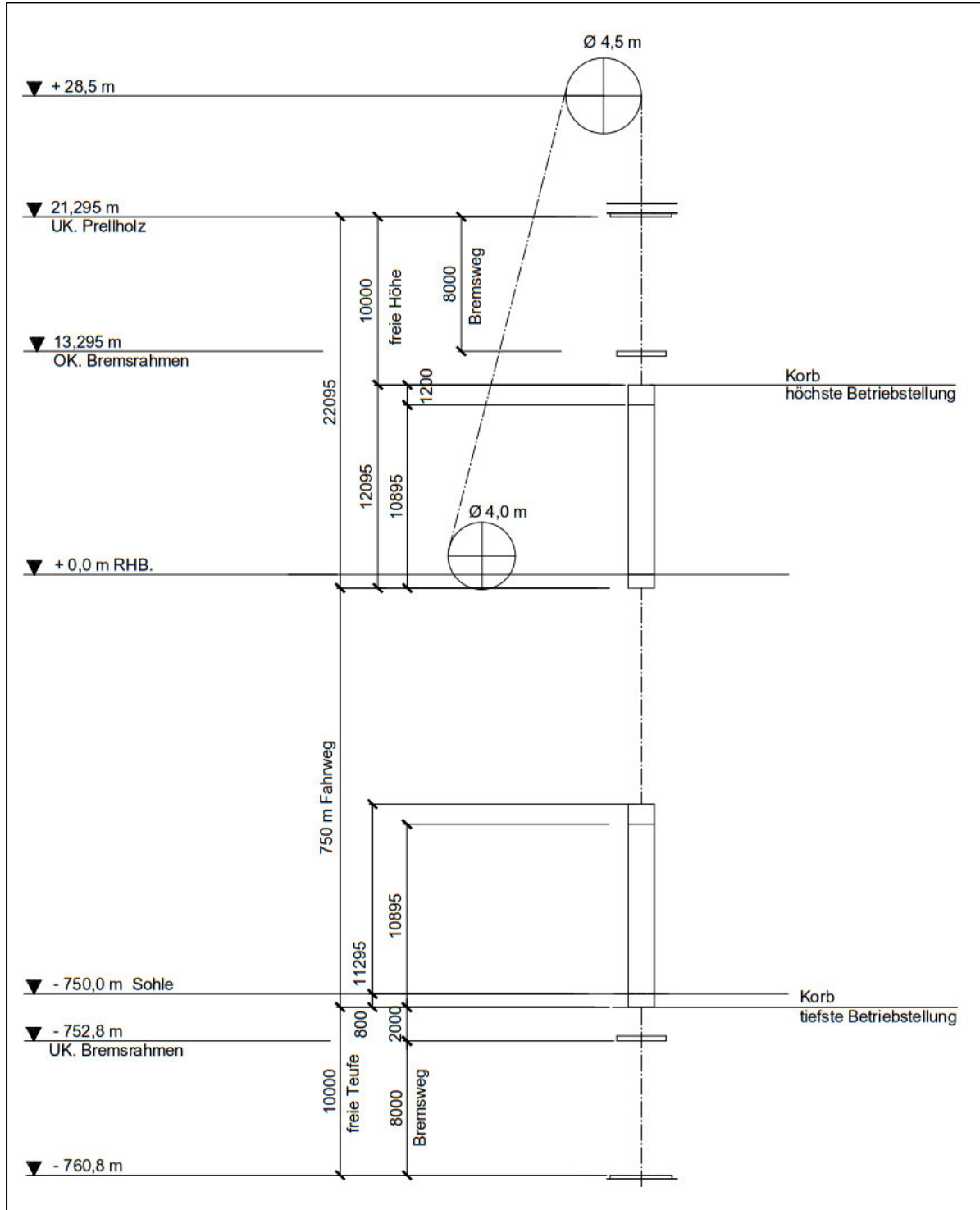


Abb. 23: Höhenschema MFSA Schacht Asse 2

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 67 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Fördertechnik

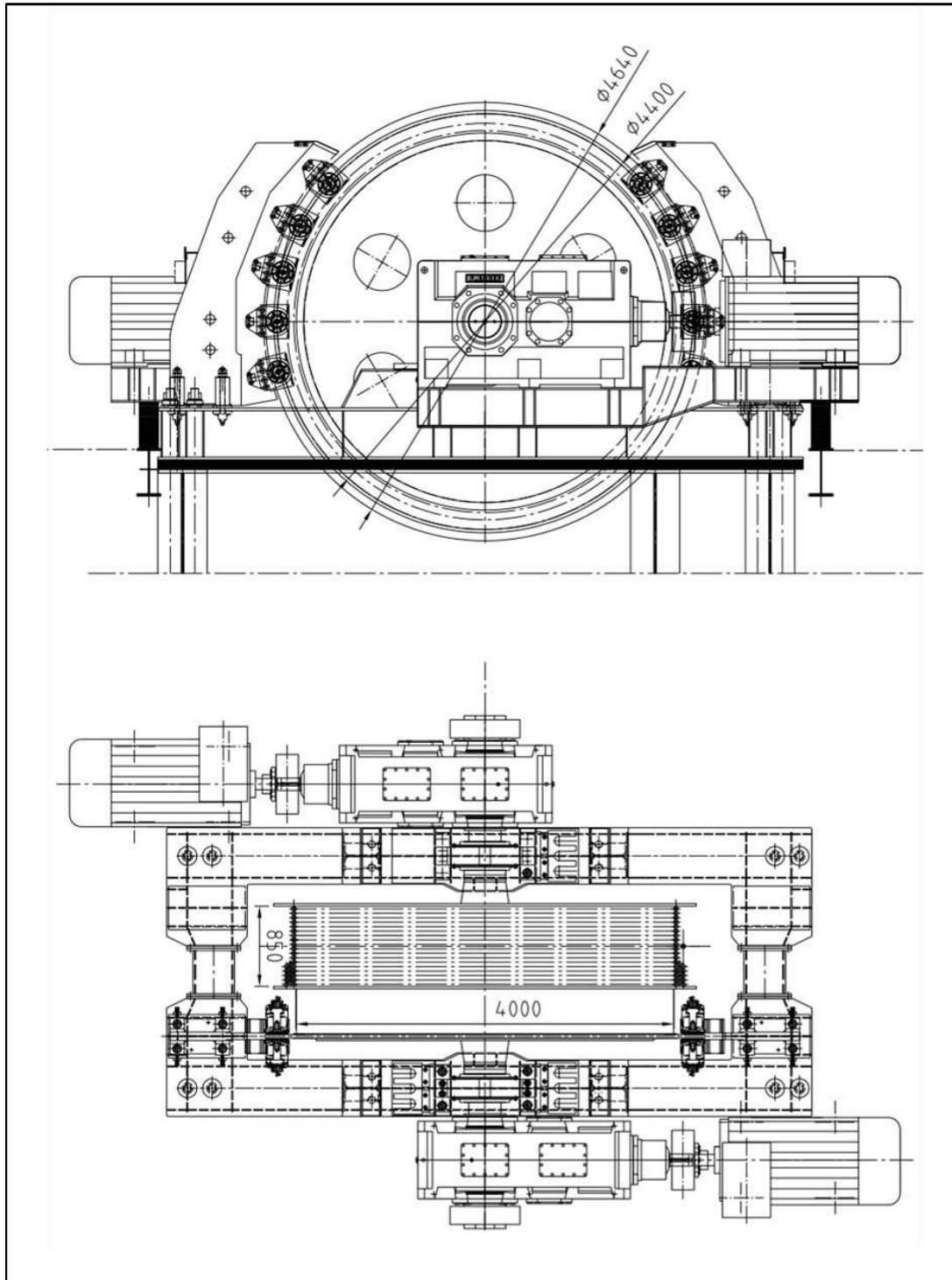


Abb. 24: Eintrömmel-Förderhaspel MSFA (Quelle: OLKO-Maschinenteknik GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 68 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Anordnung	Fluraufstellung im Turmgerüst
Fahrweg	750 m
Seilträgerdurchmesser	4,0 m
Nutzlast - Seilfahrt (20 Personen)	2 t
Nutzlast - Materialtransport	10 t
Gewicht Fördergestell	7,5 t
Seilbetriebslast	25 t
Anzahl der Oberseile	1
Seildurchmesser	42 mm
Fördergeschwindigkeit bei Seilfahrt	4 m/s
Fördergeschwindigkeit bei Materialtransport	4 m/s
Motorleistung (Minimum)	2 x 800 kW
Motordrehzahl = Trommeldrehzahl max.	1000 1/min

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 69 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Fördermittele

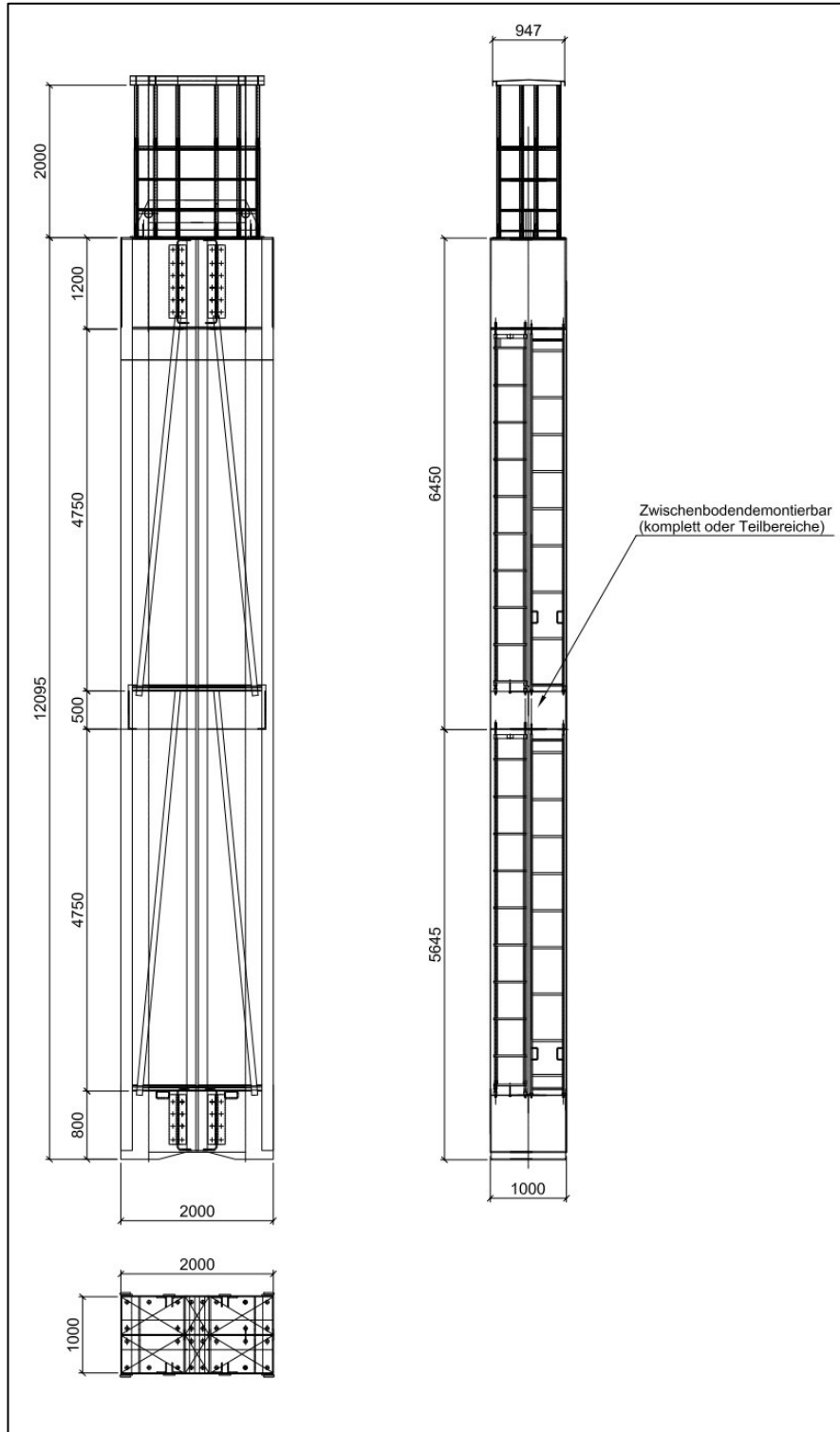


Abb. 25: Förderkorb MSFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 70 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Seil der MSFA

Das einzusetzende Förderseil verfügt über die nachfolgenden Eigenschaften:

- + Seildurchmesser $\varnothing = 42 \text{ mm}$
- + rechnerische Bruchlast $F = 1750 \text{ kN}$
- + Festigkeit $f = 1770 \text{ N/mm}^2$

Seilgeschirr des Förderkorbes (MSFA) für den Förderbetrieb

Oberseilgeschirr:

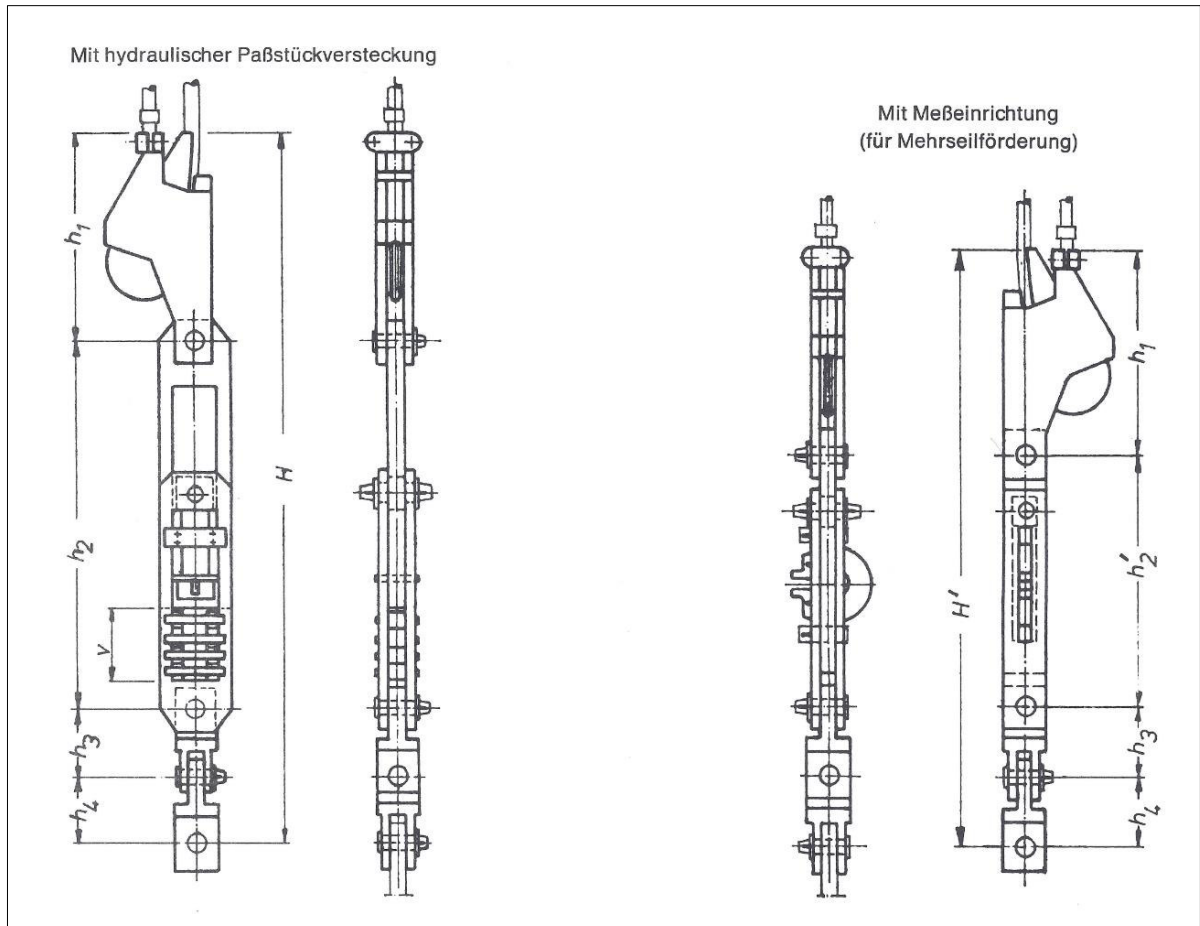
Typ	Klemmkausche
Baugröße	25
Seildurchmesser	42 mm
Maximale Tragkraft je Klemmkausche	250 kN

In der nachfolgenden Abbildung ist das Seilgeschirr abgebildet (rot markiert), welches für den Korb der MSFA im Schacht Asse 2 Anwendung finden wird.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 71 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020



Seillast	normal	t	4	6,3	10	16	20	25	31,5	40	50
	maximal	t	4,4	8,8	11,5	17,5	21,25	26,4	33	43,6	56
Kauschenbreite	"g"	mm	230	295	355	455	455	535	600	655	710
Bauhöhe	"h ₁ " (A,B)	mm	515	635	760	950	965	1120	1275	1415	1565
Bauhöhe	"h ₂ " (A)	mm	1345	1430	1570	1680	1740	1790	1885	2215	2350
Bauhöhe	"h ₂ '" (B)	mm	695	750	810	890	940	980	1170	1250	1595
Bauhöhe	"h ₃ " (A,B)	mm	195	215	265	310	340	365	420	475	545
Bauhöhe	"h ₄ " (A,B)	mm	205	230	285	325	360	385	450	500	580
Bauhöhe	"H" (A)	mm	2260	2510	2880	3265	3405	3660	4030	4605	5040
Bauhöhe	"H'" (B)	mm	1610	1830	2120	2475	2605	2850	3315	3640	4285
Versteckweg	"v" (A)	mm	350	350	400	400	400	400	400	500	500
Gewicht	(A)	kg	140	220	300	540	605	830	1050	1620	2070

Abb. 26: Seilgeschirr MSFA (Quelle: Siemag Tecberg GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 72 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Hilfsfahranlage (HIFA)

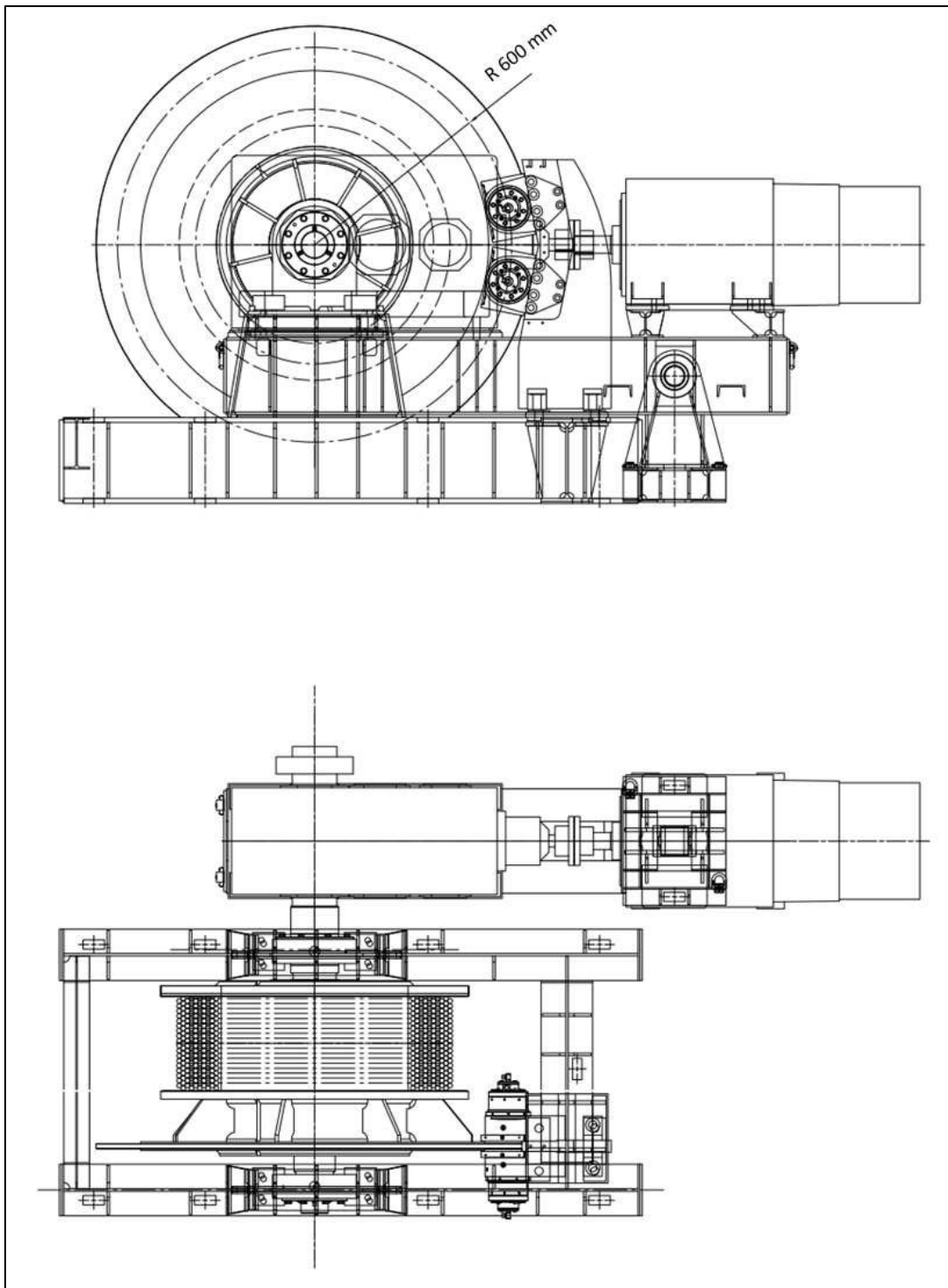


Abb. 27: Förderhaspel HIFA (Quelle: OLKO-Maschinentechnik GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 73 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Die HIFA, wird als einrümige Korbförderung ausgeführt und durch einen Eintrommel-Förderhaspel angetrieben.

Anordnung	Fluraufstellung im Turmgerüst
Fahrweg	750 m
Seilträgerdurchmesser	1, 2 m
Nutzlast - Seilfahrt (6 Personen)	0,6 t
Gewicht Hilfsfahrgestell	1 t
Seilbetriebslast	3,5 t
Anzahl der Oberseile	1
Seildurchmesser	20 mm
Fördergeschwindigkeit bei Seilfahrt	1 m/s
Motorleistung (Minimum)	1 x 75 kW
Motordrehzahl = Trommeldrehzahl max.	1480 1/min

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 74 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

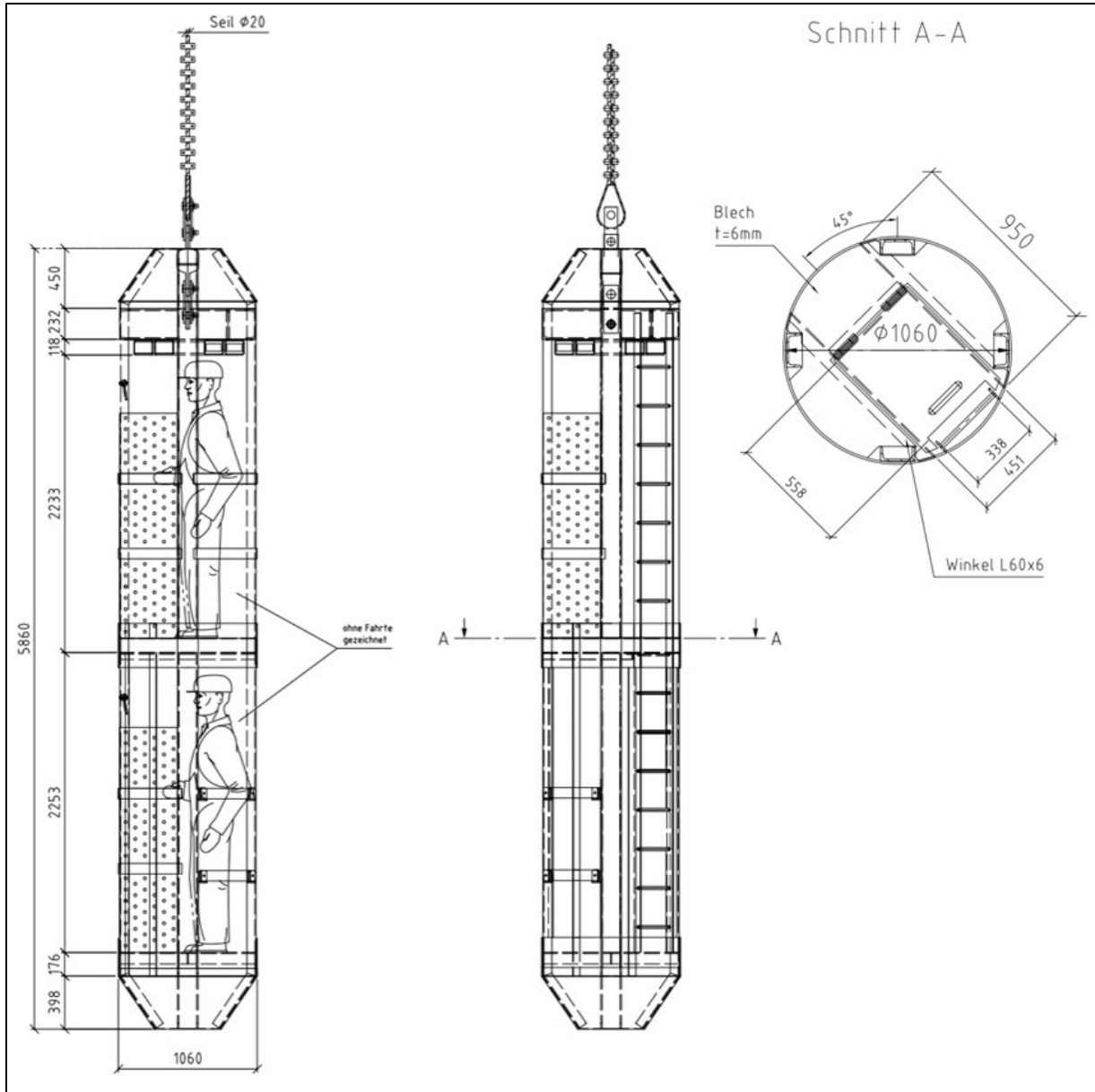


Abb. 28: Förderkorb HIFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 75 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Seil der HIFA

Das einzusetzende Förderseil verfügt über die nachfolgenden Eigenschaften:

- + Seildurchmesser $\varnothing = 20 \text{ mm}$
- + rechnerische Bruchlast $F = 403 \text{ kN}$
- + Festigkeit $f = 1770 \text{ N/mm}^2$

Seilscheiben

Im nachfolgenden Kapitel werden die bei der Schachtförderanlage Schacht Asse 2 zur Anwendung kommenden Seilscheiben beschrieben.

Seilscheibe MSFA

Zum Betreiben des 1-Seiltrommel-Förderhaspels wird eine Seilscheibe ($D = 4,5 \text{ m}$), bestehend aus:

- der Seilscheibe
- der Seilscheibenachse
- den beiden Seilscheibenlagern

eingesetzt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 76 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

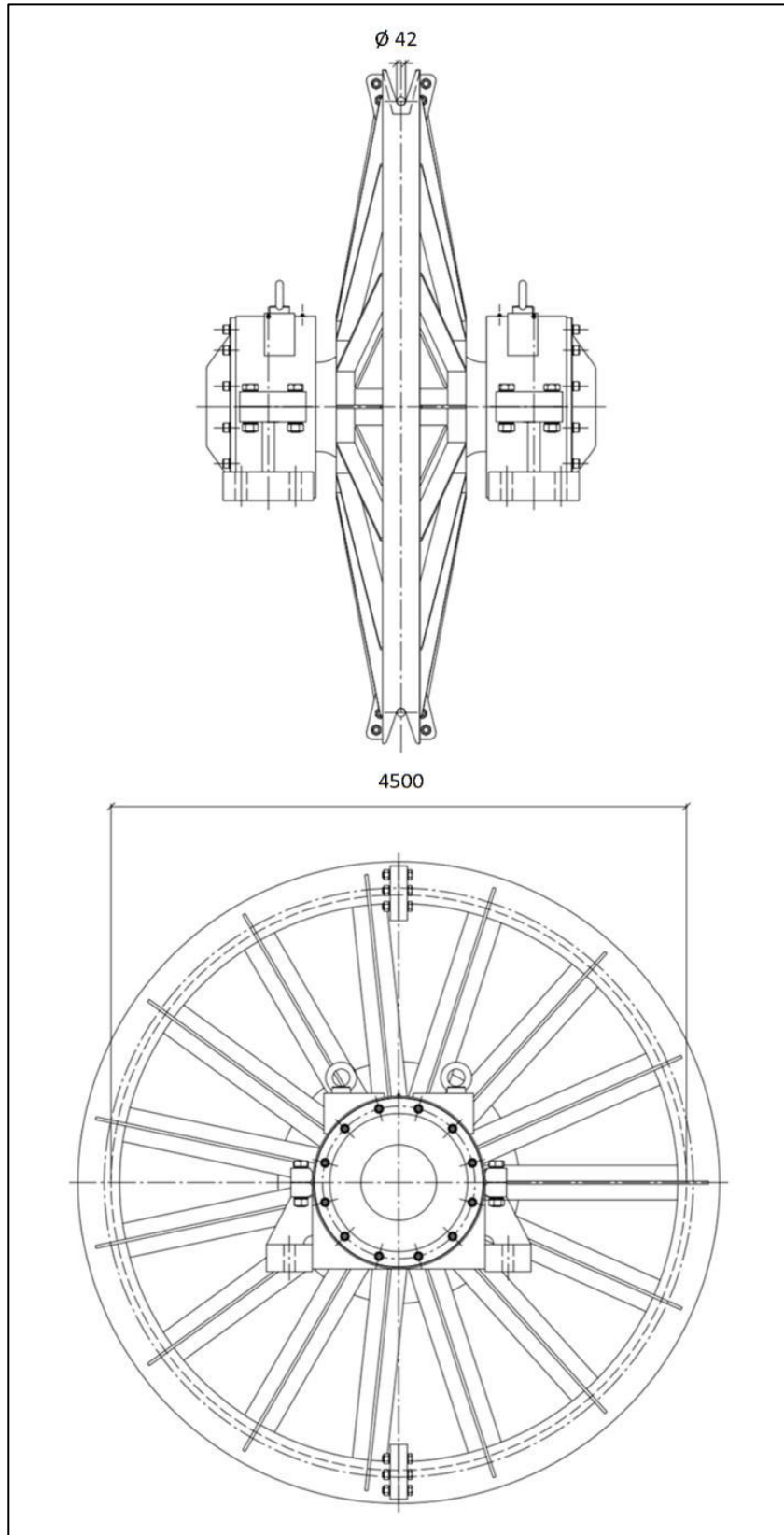


Abb. 29: Seilscheibe MSFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 77 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Seilscheibe Hilfsfahrt

Zum Betreiben des 1-Seil-Trommel-Förderhaspels der Hilfsfahrt wird eine Seilscheibe (D = 1,2 m), bestehend aus:

- der Seilscheibe
- der Seilscheibenachse
- den beiden Seilscheibenlagern

eingesetzt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Ltd. Nr.	Rev.	Seite: 78 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

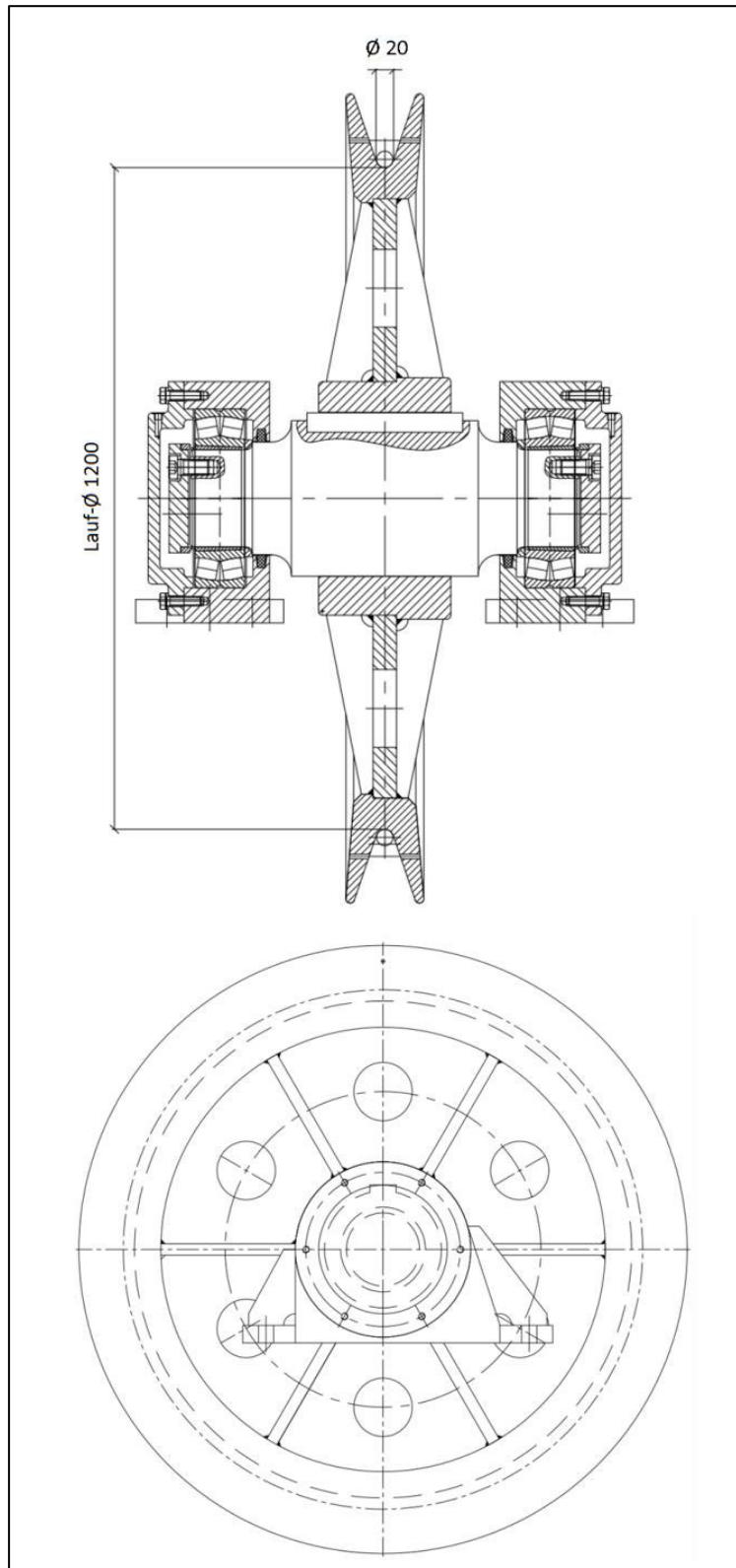


Abb. 30: Seilscheibe HIFA (Quelle: Thyssen Schachtbau GmbH)

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 79 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Übertreiben des Förderhaspels

Infolge eines Übertreibens des Förderhaspels (Hauptseilfahrt) fährt der Korb in die Selda-Anlage und wird dort abgebremst. Bei einem schweren Übertreiben zieht die Maschine immer weiter bis der Kopfraum des Förderkorbes gegen die Prellträgerbühne prallt. Bei einem Seilbruch wird das Fördermittel seillos und fällt in die Fangklinken der Fangklinkenbühne. Ein Abstürzen des Fördermittels in den Schacht wird somit verhindert.

Turmgerüst

Für Schacht Asse 2 ist ein 40,0 m hohes Turmgerüst geplant.

Die Grundfläche des Turmgerüsts beträgt: $A = 25,0 \text{ m} \times 25,0 \text{ m} = 625 \text{ m}^2$. Höhe und Grundfläche ergeben sich aus der effektiven Anordnung von Fördermaschinen und Bauteilen der Anlage.

Wie bereits erwähnt, soll in Schacht Asse 2 ein möglichst großer Wettervolumenstrom realisiert werden. Dies setzt ein luftdicht abgeschlossenes Turmgerüst voraus, da die einziehenden Wetter durch den neu zu erstellenden Wetterkanal einen Unterdruck im Turmgerüst erzeugen. Infolge dessen ist der Zugang zum Turmgerüst mit einer Schleuse versehen, welche so dimensioniert ist, dass Personal, Material und Fördertechnikkomponenten (bspw. Förderkorb, Hilfsfahrt, Fördermaschinenbauteile etc.) ohne Druckabfall in das Turmgerüst gelangen können.

Im Turmgerüst kommt eine mittlere Seilfahrtanlage und eine Hilfsfahranlage zum Einsatz. Beide Anlagen werden mittels eines 1-Seil-Trommel-Förderhaspels betrieben. Auf der Rasenhängebank befinden sich neben den beiden 1-Seil-Trommel-Förderhäspeln die Fahrkabine und ein Aufenthaltsraum. Unterhalb der Rasenhängebank befindet sich der Schachtkeller, an den der einziehende Wetterkanal angeschlossen ist. In ca. 27,88 m Höhe befindet sich eine Verlagerungsbühne für die Seilumlenkscheibe der Schachtförderanlage. Für die Montage der Seilumlenkscheibe ist auf dieser Ebene bei ca. 35,0 m ein Brückenkran mit einer Nutzlast von bis zu 10 t installiert, welcher über eine Fernsteuerung bedient werden kann.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 80 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Das Turmgerüst besteht im Wesentlichen aus:

- der Tragkonstruktion
- der Verlagerungsbühne für die Seilumlenkscheibe, einschl. E-Versorgung
- Brückenkrananlage
- dem Führungsgerüst mit Prellträger- und Fangklinkenbühne für die MSFA
- Seilrevisionsbühne
- den Treppenanlagen
- den Seilfahrtbühnen für die Haupt und Zwischenseilfahrten einschl. Toranlagen
- der Aufzugsanlage
- der Einhausung des kompletten Turmgerüsts
- einem Aufenthaltsraum
- der Führerkabine des 1-Seil-Trommel-Förderhaspels
- Elektroschaltraum für E-Technik und Signalanlage

Auf der nachfolgenden Abbildung ist das geplante Turmgerüst dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 81 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

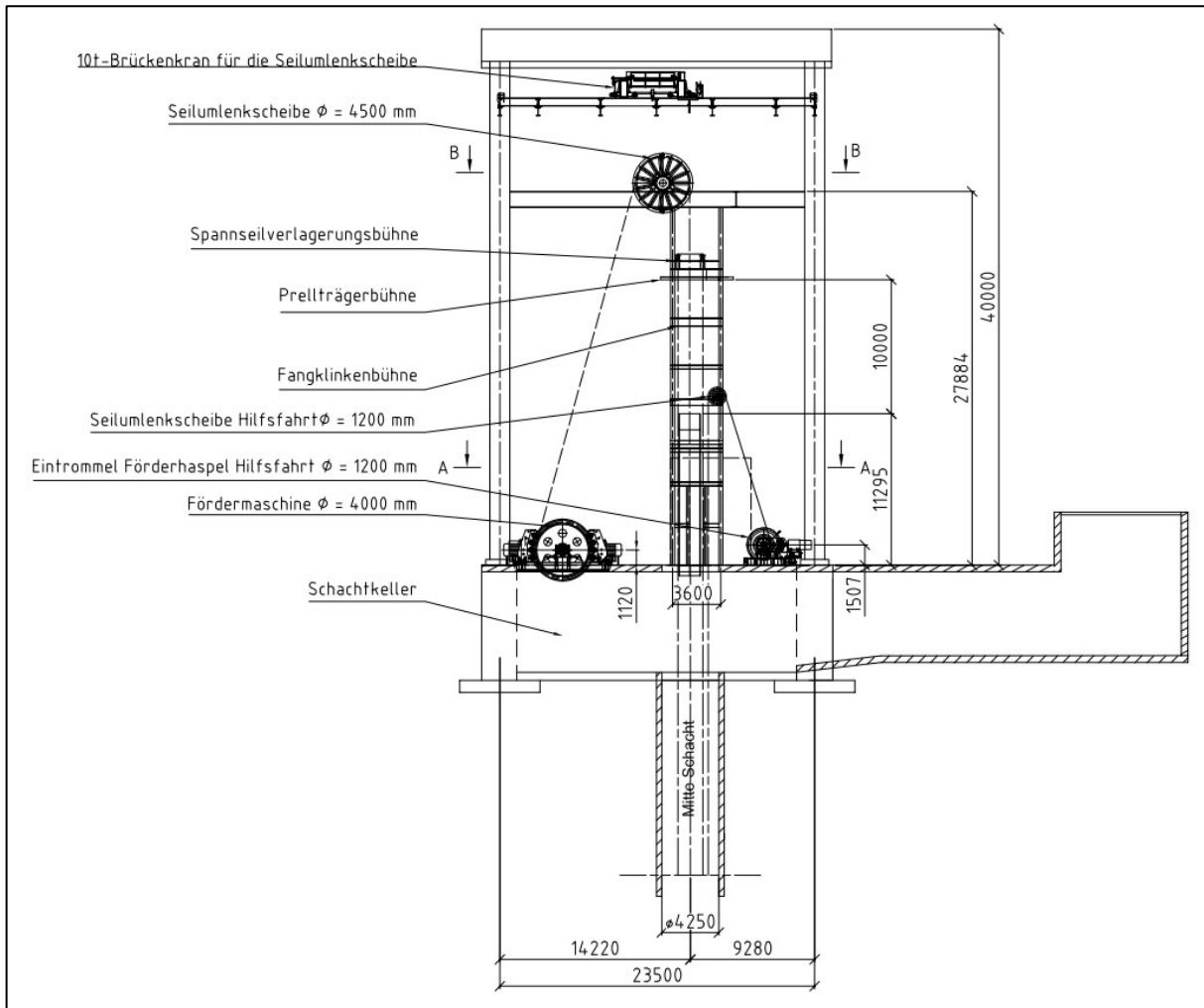


Abb. 31: Seitenansicht Turmgerüst

In der Seilscheibenbühne befindet sich eine 6,0 m x 6,0 m große Montageöffnung, sodass Bauteile mit dem Brückenkran von der 27,88 m Bühne bis zur Rasenhängebank transportiert werden können. Für einen Fördermittelwechsel kommt ein Schwerlaststapler zum Einsatz. Nachfolgend ist eine Draufsicht der Seilscheibenbühne dargestellt.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 82 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

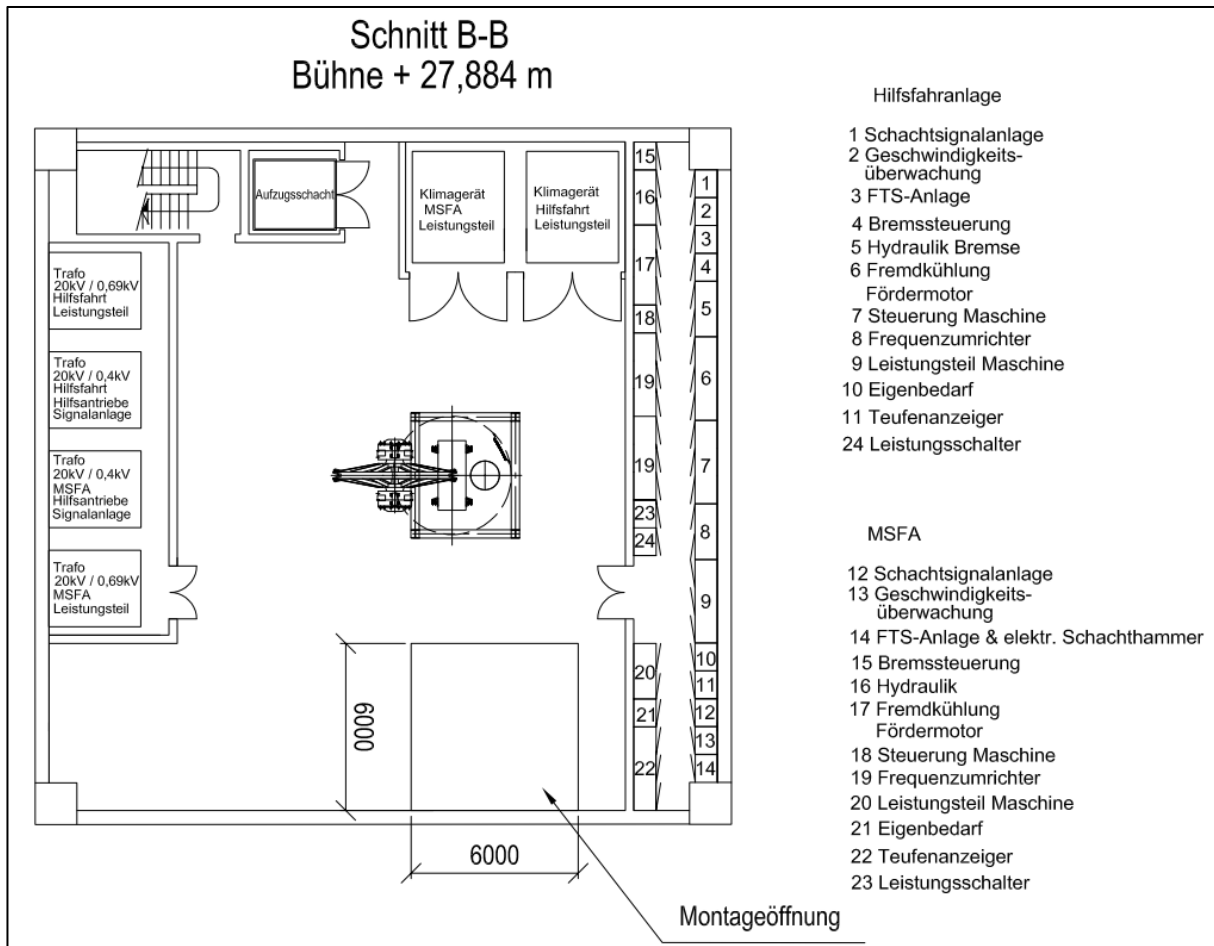


Abb. 32: Draufsicht: Seilscheibenbühne

Das Führungsgerüst des Turmgerüsts besteht aus den 4 Führungsgerüstpfosten, einer Prellträgerbühne, einer Fangklinkenbühne, den Eckführungen, der Selda-Bremsanlage und der Toranlage für die Beschickung des MSFA-Korbes an der Rasenhängebank. Des Weiteren befindet sich im Führungsgerüst auf ca. 12 m die Seilumlenkscheibe der Hilfsfahranlage.

Der Steuerstand der Fördermaschine wird in einem Container verbaut.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 83 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Schachthalle

In der Schachthalle sind folgende Einrichtungen untergebracht:

- Treppenhaus
- Aufzug
- Führungsgerüst
- Aufenthaltsraum für die Belegschaft
- Eintrommel-Förderhaspel MSFA
- Eintrommel-Förderhaspel Hilfsfahrt
- Fördermaschinenstand

In der nachfolgenden Abbildung ist eine Draufsicht auf die Schachthalle dargestellt:

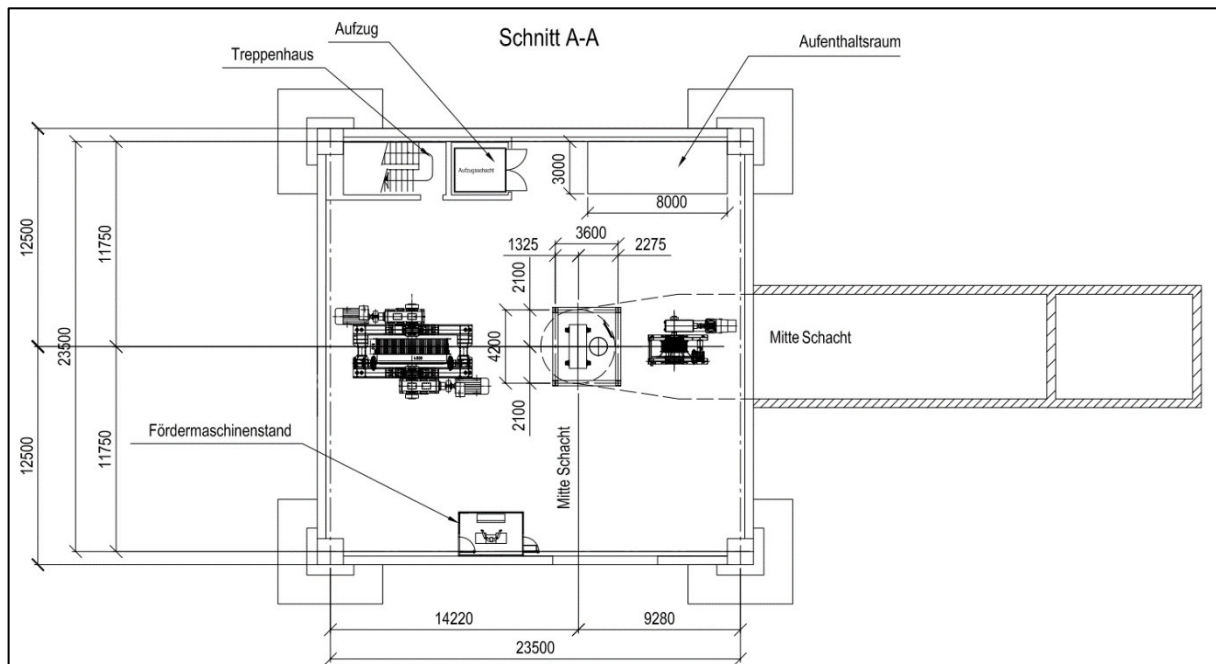


Abb. 33: Draufsicht: Schachthalle

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 84 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Aufenthaltsraum

Im Aufenthaltsraum werden Mittel zur Belüftung notwendig. Dafür ist eine Klimaanlage vorgesehen.

Je nach Größe und Umgebung wird in dem Raum ein zusätzlicher Fluchtausgang eingebaut. Der Raum ist feuerbeständig ausgeführt und von angrenzenden Räumen baulich getrennt.

Zu Nutzung des Raumes sind stabile Sitzbänke mit Tischen vorgesehen. Außerdem werden Fachböden für z.B. Schutzhelme und ein Garderobenspind für die Arbeitskleidung eingeplant. Im Aufenthaltsraum ist der Einbau einer Küchenzeile mit Kaffeemaschine, Kühlschrank, Mikrowelle sowie Spüle vorgesehen. Die benötigten Anschlüsse wie Frischwasser, Abwasser, 400/230V Anschlüsse werden vorbereitet und wenn nicht benötigt blindgestopft.

Elektroschaltraum

Der Schaltraum ist unter Berücksichtigung von unzulässiger Erwärmung durch Außen- und Inneneinflüssen konzipiert. Entsprechende Mittel zur Belüftung und Kühlung werden vorgesehen. Der Raum ist in der Regel verschlossen und ist nur für Fachpersonal zugänglich. Je nach Größe und Umgebung wird in dem Schaltraum ein zusätzlicher Fluchtausgang vorgesehen. Der Raum ist feuerbeständig ausgeführt und von angrenzenden Räumen baulich getrennt. Eine Brandmeldeanlage ist Bestandteil des Raumes.


Die elektrotechnischen Einrichtungen werden in Schaltschränken oder offenen Gestellen (sog. Feldern) untergebracht. Der Boden wird als Doppelboden ausgeführt und ist für das Verlegen von Kabel und Leitungen vorgesehen. Kabel und Leitungen können so ohne großen Aufwand von unten her den Schaltschränken oder Feldern zugeführt werden.

Für die Belüftung sind Abluftventilatoren vorgesehen. Die Kühlung aller elektrischen Geräte erfolgt durch eine Klimaanlage.

Zusätzlich ist zur Belüftung und Klimatisierung eine Elektroheizung vorgesehen. Die Heizung wird über ein Sicherheitsthermostat mit manueller Rückstellung gegen Überhitzung geschützt.

Eine Brandmeldeanlage bestehend aus Multisensor, Detektoren im Kabelboden und Wänden und ist Bestandteil des Schaltraums. Ein Elektroalarm (Sirene und Blitzlicht, innen und außen) sowie eine Weiterleitung der Signale bei Feuer erfolgt an eine Leitwarte.

Die Elektroräume werden mit einer zweiflügeligen Tür, feuerfest, ausgerüstet.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 85 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

8 Bauzeitenplan

Für Schacht Asse 2 wurde mittels Excel ein Zeit- und Ablaufplan erstellt, in welchem die wichtigsten Vorgänge dargestellt sind. Die Pläne sind im Einzelnen dem "Bauzeitenplan Schacht Asse 2" im Anhang zu entnehmen, die wichtigsten Aussagen sollen hier kurz erläutert werden.

Dem Bauzeitenplan ist neben der Kennzeichnung auch die Dauer, des jeweiligen Vorganges (gelb gekennzeichnet) zu entnehmen. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass die geplanten Vorgänge und Arbeiten auf Grundlage einer 7 Tage-Woche im 3-Schichtsystem kalkuliert wurden.

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet Zeitangaben der einzelnen Bauabschnitte zur Ertüchtigung von Schacht Asse 2.

Tab. 5: Bauabschnitte zur Ertüchtigung von Schacht Asse 2

Vorgang	Dauer [Wochen]	Möglichkeit zur Parallelisierung von Arbeiten
Baustelleneinrichtung	2	
Montage Förderturm bis 27,88 m	19	X
Montage Förderturm bis 40 m	9	X
Einbau Versorgungsleitungen	3	X
Einrichtung Fördertechnik	36	X
Endabnahme & Inbetriebnahme	15	

Bei der Betrachtung des Zeitplans (vgl. Anhang) wird ersichtlich, dass verschiedene Bauphasen parallel ablaufen können, und sich so die Gesamtdauern (rot gekennzeichnet) der einzelnen Bauzeiten ergeben.

So überschneiden sich die Arbeiten zur Montage des Förderturmes mit den Arbeiten zur Einrichtung der Fördertechnik. Nachdem die Fundamente des Förderturms und die Arbeiten am Wetterkanal abgeschlossen wurden, kann bereits die Schachtabdeckung installiert werden. Um eine Parallelisierung der Montagearbeiten an den Fördermaschinen und den Bodenplatten, den Unterzügen auf der Rasenhängebank, sowie des Stahlbaus bis auf eine Höhe von $h = 27,88$ m realisieren zu können, müssen hierfür vorher die Unterzüge und Bodenplatten an den Aufstellpositionen der Fördermaschinen aufgebaut werden.

Ist die Montage des Förderturms bis auf $h = 27,88$ m abgeschlossen, ergibt sich die Parallelisierung von Arbeiten zur weiteren Montage des Förderturms (bis $h = 40$ m), dem

**Variantenvergleich und Konzeptplanung zur
Ertüchtigung des Schachtes Asse 2**



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 86 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Einbau der Versorgungsleitungen und der Einrichtung der Fördertechnik. In dieser Phase können Arbeiten an den Unterzügen auf $h = 27,88$ m und der Aufzuanlage, sowie die Installation von Wasser- und Energieversorgungsleitungen, als auch Arbeiten zur Klimatisierung und der Krananlage (auf $h = 33,53$ m) parallelisiert werden. Gleichzeitig finden während dieser Arbeiten die Montagevorgänge der Signalanlagen, sowie der Aufbau des Führungsgerüsts und der Spannager für die Führungsseile statt. Nach Abschluss der Arbeiten an der Krananlage beginnt der vierwöchige Aufbau des Förderturmdaches. Zuvor starten die Montagearbeiten der Seilscheibe auf $h = 27,88$ m, welche gleichzeitig mit den Arbeiten am Führungsgerüst und der Spannager für die Führungsseile beginnen. Nachdem diese Arbeiten abgeschlossen sind werden die Bremsrichtungen und die Seilscheibe der Hilfsfahrt installiert. Danach erfolgen die Seilauflegeverfahren für die HIFA und die MSFA, sowie der Fördermitteleinbau.

Sind die Einrichtungsarbeiten der Fördertechnik und die Montage des Förderturmes abgeschlossen, beginnen die Inbetriebnahmen der Förderhülsen (MSFA und HIFA), welche wieder parallelisiert ablaufen. Im Anschluss dazu erfolgt die Inbetriebnahme der Signalanlagen zu den beiden Fahranlagen, welche ebenfalls parallel verlaufen. Sind diese Inbetriebnahmen abgeschlossen, erfolgt die Endabnahme der Anlage.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 87 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

9 Kostenschätzung

Die im Anhang dargestellte Anlage "Kostenschätzung Schacht Asse 2" enthält die Aufstellungen zur Kostenschätzung.

Kein Bestandteil der Kostenabschätzung sind bspw. Betriebskosten, Baunebenkosten, oder eine Risikoabschätzung. Die vorliegende Kostenschätzung bezieht sich auf eine bergrechtliche Anlage und umfasst nicht die Kosten, welche im Rahmen der Erstellung einer atomrechtlichen Anlage entstehen würden. Die angegebenen Kosten basieren auf Kalkulationen aktueller Projekte des AN aus dem Jahr 2019 ohne Berücksichtigung der zukünftigen Inflation.

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Ltd. Nr.	Rev.	Seite: 88 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Literaturverzeichnis

- /1/ THYSSEN SCHACHTBAU (2011): KONZEPT- UND GENEHMIGUNGSPLANUNG ZUR ERTÜCHTIGUNG DER SCHACHTFÖRDERANLAGE SCHACHT ASSE 2 - GRUNDLAGENERMITTLUNG - BFS-KZL 9A/2341/JD/RA/0001; MÜLHEIM AN DER RUHR
- /2/ DMT, THYSSEN SCHACHTBAU, K-UTEC (2017): SCHACHTANLAGE ASSE II: KONZEPTPLANUNG FÜR EINEN WEITEREN SCHACHT - STANDORTUNABHÄNGIGER PLANUNGSTEIL -,9A/23440000/GA/TF/0003/00
- /3/ DMT, THYSSEN SCHACHTBAU, K-UTEC (2016): SCHACHTANLAGE ASSE II: KONZEPTPLANUNG FÜR EINEN WEITEREN SCHACHT - VARIANTENVERGLEICHE - 116 S., 14 TAB., 1. ANH.; [ERSTELLT IM AUFTRAG DES BFS, 9A/23440000/GA/RA/0013/00]; ESSEN
- /4/ ASSE GMBH, (2016): RANDBEDINGUNGEN FÜR DIE WEITERFÜHRUNG DER KONZEPTPLANUNG ZUR LANGFRISTIGEN ERTÜCHTIGUNG DES SCHACHTES ASSE 2 AUS SICHT DER ASSE GMBH, [ERSTELLT IM AUFTRAG DES BFS, 9A/23410000/JD/RZ/0001/00]; REMLINGEN
- /5/ BEZIRKSREGIERUNG ARNSBERG: TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN SCHACHT- UND SCHRÄGFÖRDERANLAGEN (TAS) STAND: DEZEMBER 2005
- /6/ BERGVERORDNUNG FÜR SCHACHT- UND SCHRÄGFÖRDERANLAGEN (BVOS) VOM 15.10.2003 (Nds. MBL. S 769)
- /7/ PAETZOLD L., (2012): "EINBRINGEN VON FÜHRUNGSEINRICHTUNGEN IN SCHÄCHTEN"; TU BERGAKADEMIE FREIBERG
- /8/ LIETZ-NAGEL R., JANK T., WINKLER G., WESTERMEYER M. (2011): KONZEPT- UND GENEHMIGUNGSPLANUNG ZUR ERTÜCHTIGUNG DER SCHACHTFÖRDERANLAGE SCHACHT ASSE 2 - GRUNDLAGENERMITTLUNG -,9A/23410000/JD/RA/0001/00
- /9/ WESTERMEYER M. (2010): BESTANDSUNTERLAGEN ASSE II_ ERTÜCHTIGUNG DER SCHACHTANLAGE
- /10/ DMT, ZERNA, ASSE GMBH (2014): MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE ZUSTANDBEWERTUNG DER SCHACHTFÖRDERANLAGE SOWIE DES SCHACHTAUSBAUES UND DER FÜLLÖRTER (490-M- UND 750-M-SOHL) VON SCHACHT ASSE 2 IM HINBLICK AUF EINE WEITERE VERWENDBARKEIT FÜR MEHR ALS 20 JAHRE, - BFS-KZL 9A/62130000/JD/ER/0001/00
- /11/ BGE (2020): PLAN ZUR RÜCKHOLUNG DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE AUS DER SCHACHTANLAGE ASSE II – RÜCKHOLPLAN, 9A/23500000/GHB/RZ/0110/00

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2



BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG

Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 89 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Glossar

- Abfall, radioaktiver:** Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 und 2 des Atomgesetzes, die nach § 9a Abs. 1 Nr. 2 des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
- Abfallgebinde:** Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
- Abfallprodukt:** Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung oder unverarbeiteter radioaktiver Abfall in einem Behälter verpackt.
- Abschiebung:** Eine Abschiebung ist eine Verwerfung (Störung), die ein Einfallen zur abgesenkten Scholle zeigt und Raumerweiterung bewirkt.
- Abwetter:** Wetterstrom hinter einem untertägigen Betriebspunkt bis zum Ausziehschacht.

**Variantenvergleich und Konzeptplanung zur
Ertüchtigung des Schachtes Asse 2**



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**


Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Seite: 90 von 94
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

Anhang

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 92 von 94
NAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	Stand: 12.05.2020
9A	23410000				JD	RB	0002	00	

Anhang 2: Kostenschätzung Schacht Asse 2

1	Lieferumfang MSFA	€
1.1	<u>Eintrommel-Förderhaspel, Mechanik</u>	<u>1.400.000</u>
1.1.1	- Seiltrommel inkl. Lebusbelag	
1.1.2	- Hauptwelle	
1.1.3	- Wälzlager für die Hauptwelle, einschl. Lagerböcke	
1.1.4	- Getriebe einschl. Kupplungen	
1.1.5	- mehrkanalig, verzögerungsgeregelte Scheibenbremse	
1.1.6	- Bremsständer mit Bremszangen und Hydraulikanlage	
1.1.7	- Rahmen für Motor-, Bremsständer- und Getriebebefestigung	
1.2	<u>Übertreibsicherung in Form von SELDA-Bremsanlagen</u>	<u>300.000</u>
1.2.1	- Fangrahmen	
1.2.2	- Rollenkasten	
1.2.3	- Bremsbänder	
1.2.4	- Verlagerungskonstruktion im Führungsgerüst	
1.3	<u>Seilscheiben</u>	<u>80.000</u>
1.4	<u>2-etagiges Fördergestell</u>	<u>100.000</u>
1.5	<u>Förderseile</u>	<u>25.000</u>
1.6	<u>Schachteinbauten für Seilführung</u>	<u>150.000</u>
1.6.1	- Führungsseile	
1.6.2	- Spanngewichte	
1.6.3	- Seilfestpunkte	
1.7	<u>Seilgeschirre</u>	<u>50.000</u>
1.8	<u>Ausrüstung für das Seilauflegen</u>	<u>115.000</u>
1.8.1	- Friktionswinde	
1.8.2	- Wickeltrommel	
1.9	<u>Elektrische Steuerungs- und Antriebstechnik</u>	<u>1.400.000</u>
1.9.1	- Fördermotor	
1.9.2	- Motorregelung und Steuerungseinheiten	
1.9.3	- Bremsensteuerung	
1.9.4	- Niederspannungsschaltanlage	
1.9.5	- Bediencontainer	
1.10	<u>Schachtsignalanlage</u>	<u>330.000</u>
1.10.1	- Fördermittel-Telefonie und Signalanlage (FTS)	
1.10.2	- Signalanschlänge	
1.10.3	- Schachthammer	
1.11	<u>Schachtkabel und Schachtkabelhalter</u>	<u>80.000</u>
1.12	<u>Ersatzteile</u>	<u>250.000</u>
1.12.1	- Mechanik	
1.12.2	- Elektrotechnik	
1.12.3	- Förderseil	
1.13	<u>Planung + Dokumentation</u>	<u>200.000</u>
1.13.1	- Genehmigungsplanung	
1.13.2	- Fertigungsplanung	
	Summe MSFA Pos. 1	4.480.000

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 93 von 94
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

2	Lieferumfang HIFA	€
2.1	<u>Eintrommel-Förderhaspel</u>	<u>300.000</u>
2.1.1	- Seiltrommel inkl. Lebusbelag	
2.1.2	- Hauptwelle	
2.1.3	- Wälzlager für die Hauptwelle, einschl. Lagerböcke	
2.1.4	- Getriebe einschl. Kupplungen	
2.1.5	- mehrkanalig, verzögerungsgeregelte Scheibenbremse	
2.1.6	- Bremsständer mit Bremszangen und Hydraulikanlage	
2.1.7	- Rahmen für Motor-, Bremsständer- und Getriebebefestigung	
2.2	<u>Seilscheiben</u>	<u>20.000</u>
2.3	<u>Fördermittel (Korb)</u>	<u>25.000</u>
2.4	<u>Förderseil</u>	<u>16.000</u>
2.5	<u>Seilgeschirre</u>	<u>30.000</u>
2.6	<u>Elektrische Steuerungs- und Antriebstechnik</u>	<u>250.000</u>
2.6.1	- Fördermotor	
2.6.2	- Motorregelung und Steuerungseinheiten	
2.6.3	- Bremsensteuerung	
2.6.4	- Niederspannungsschaltanlage	
2.6.5	- Bediencontainer	
2.7	<u>Schachtsignalanlage</u>	<u>100.000</u>
2.7.1	- Fördermittel-Telefonie und Signalanlage (FTS)	
2.7.2	- Signalanschlänge	
2.8	<u>Ersatzteile</u>	<u>50.000</u>
2.8.1	- Mechanik	
2.8.2	- Elektrotechnik	
2.8.3	- Förderseil	
2.9	<u>Planung + Dokumentation</u>	<u>25.000</u>
2.9.1	- Genehmigungsplanung	
2.9.2	- Fertigungsplanung	
	Summe HIFA Pos. 2	816.000
3	Förderturm	€
3.1	<u>Wetterkanal</u>	<u>250.000</u>
3.1.1	- Erdarbeiten	
3.1.2	- Betonarbeiten	
3.1.3	- Abdeckung Wetterkanal	
3.2	<u>Förderturm</u>	<u>5.000.000</u>
3.2.1	- Stahlbau Turmgerüst	
3.2.2	- Fassadenverkleidung	
3.2.3	- Aufzugsanlage	
3.3	<u>Krananlagen im Förderturm</u>	<u>250.000</u>
3.4	<u>Führungsgerüst</u>	<u>680.000</u>
3.4.1	- Fangklinken und Prellträger	
3.4.2	- Treppenaufgang	
3.4.3	- Führungsgerüstabkleidung	
3.4.4	- Brandklappen mit Betätigung	
3.5	<u>Toranlagen</u>	<u>100.000</u>
3.6	<u>Planung + Dokumentation</u>	<u>450.000</u>
3.6.1	- Genehmigungsplanung	
3.6.2	- Fertigungsplanung	
	Summe Förderturm Pos. 3	6.730.000
	Summe Lieferumfang, Pos. 1 – 3	12.026.000

Variantenvergleich und Konzeptplanung zur Ertüchtigung des Schachtes Asse 2						 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG			
Projekt	PSP-Element	Funktion/Thema	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.	Seite: 94 von 94
NAAAN	NNNNNNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	AAAA	AA	NNNN	NN	
9A	23410000				JD	RB	0002	00	Stand: 12.05.2020

4	Montage	€
4.1	<u>Fördermaschinen</u>	
4.1.1	- E-Technik	<u>500.000</u>
4.1.2	- Mechanik	<u>350.000</u>
4.2	<u>Turm</u>	
4.2.1	- Stahlbau und Fassadenabkleidung	<u>2.100.000</u>
4.2.2	- Krananlage, Aufzugsanlage, Entwässerung, Blitzschutz	<u>400.000</u>
4.2.3	- Kräne, Baustelleneinrichtung	<u>550.000</u>
4.2.4	- Schalungen, Fundamente	<u>350.000</u>
4.3	<u>Stahlbau Führungsgerüst</u>	<u>450.000</u>
4.4	<u>Schachteinbauten (Seilführung + Spanngewichte+ Schachtkabel)</u>	<u>250.000</u>
4.4	<u>Seilaufliegen / Einbau Fördermittel</u>	<u>200.000</u>
4.5	<u>IBN / Abnahmen</u>	<u>150.000</u>
	Summe Montage Pos. 4	5.300.000

Gesamtpreis Pos. 1 – 4

17.326.000€